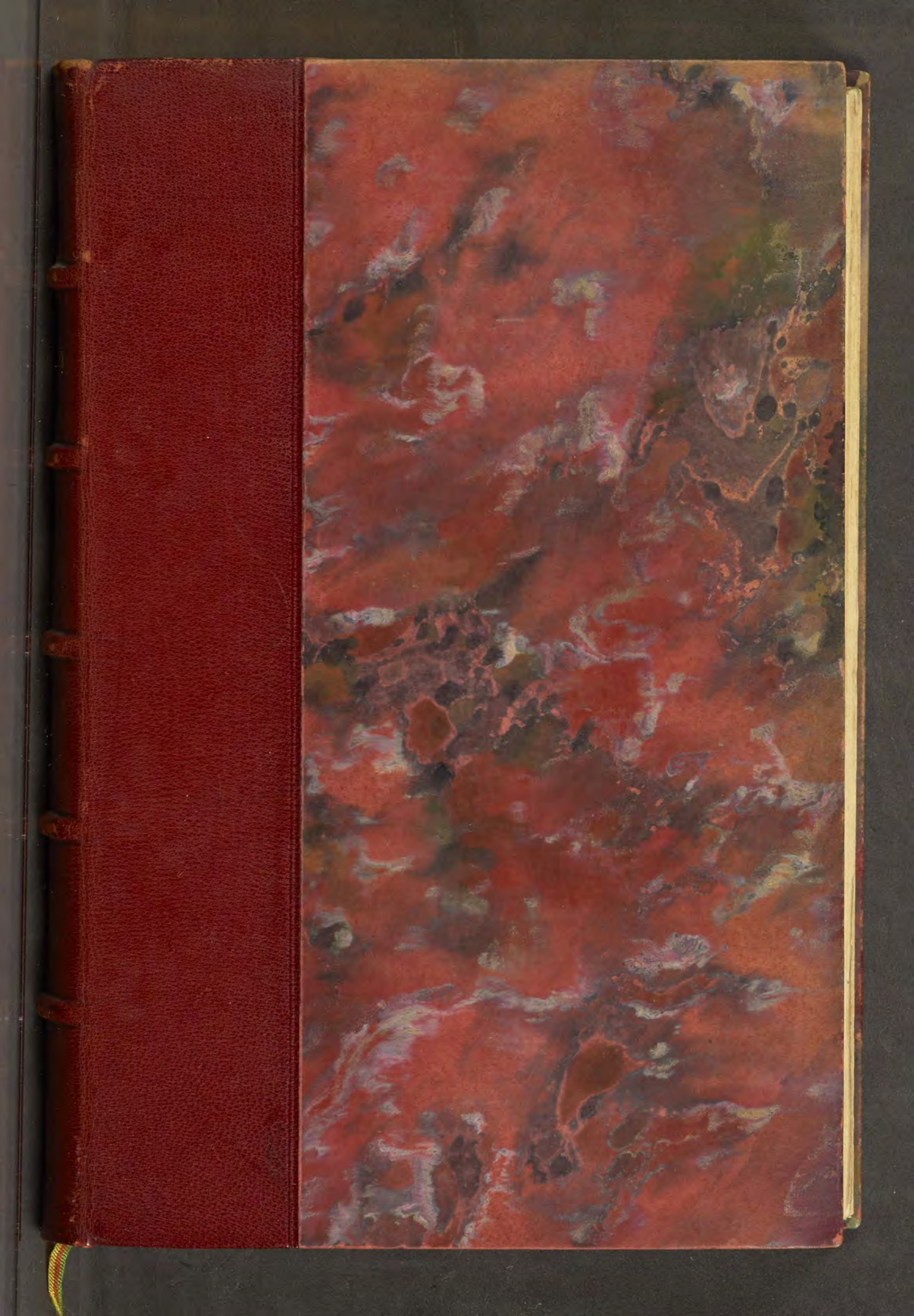
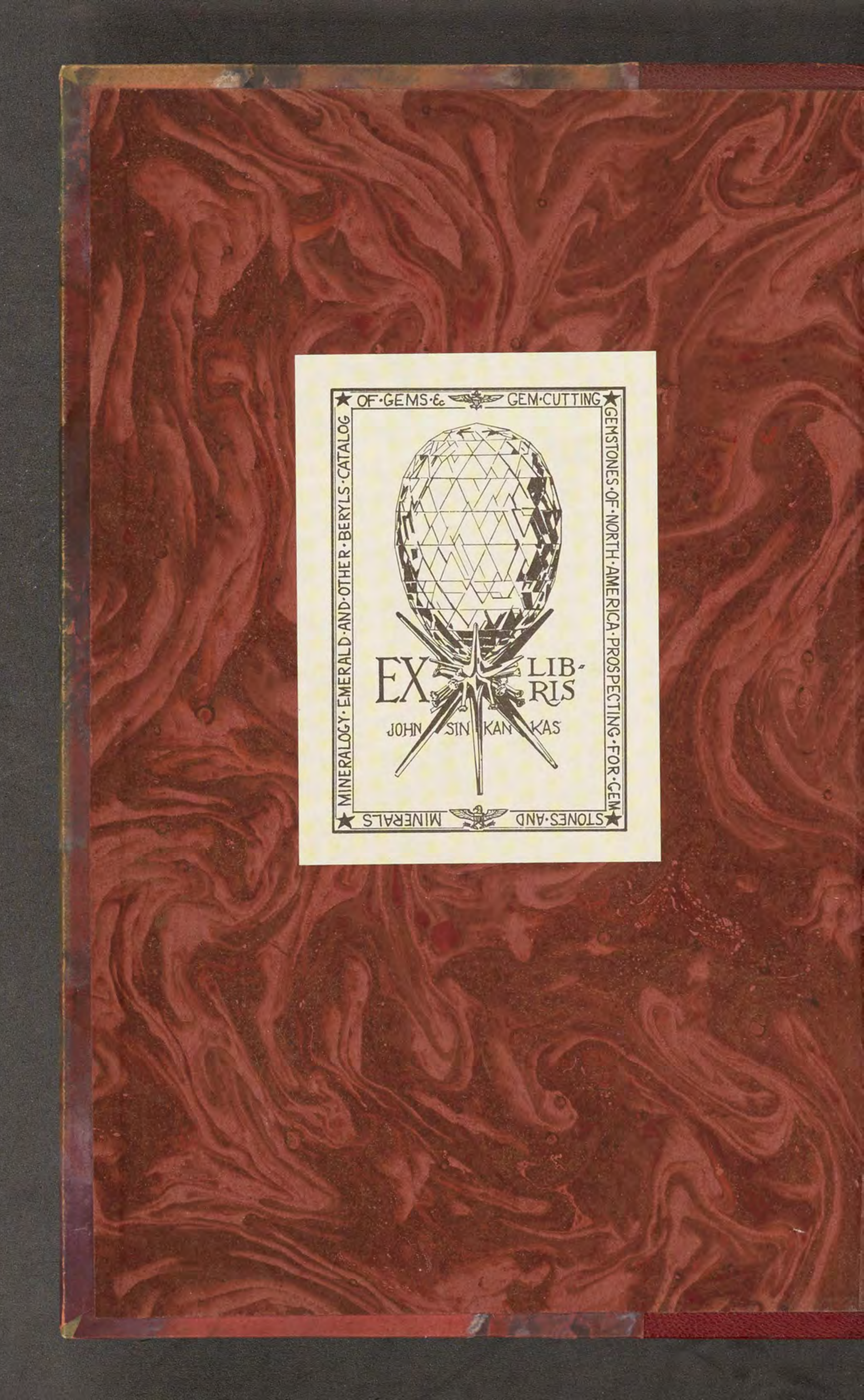
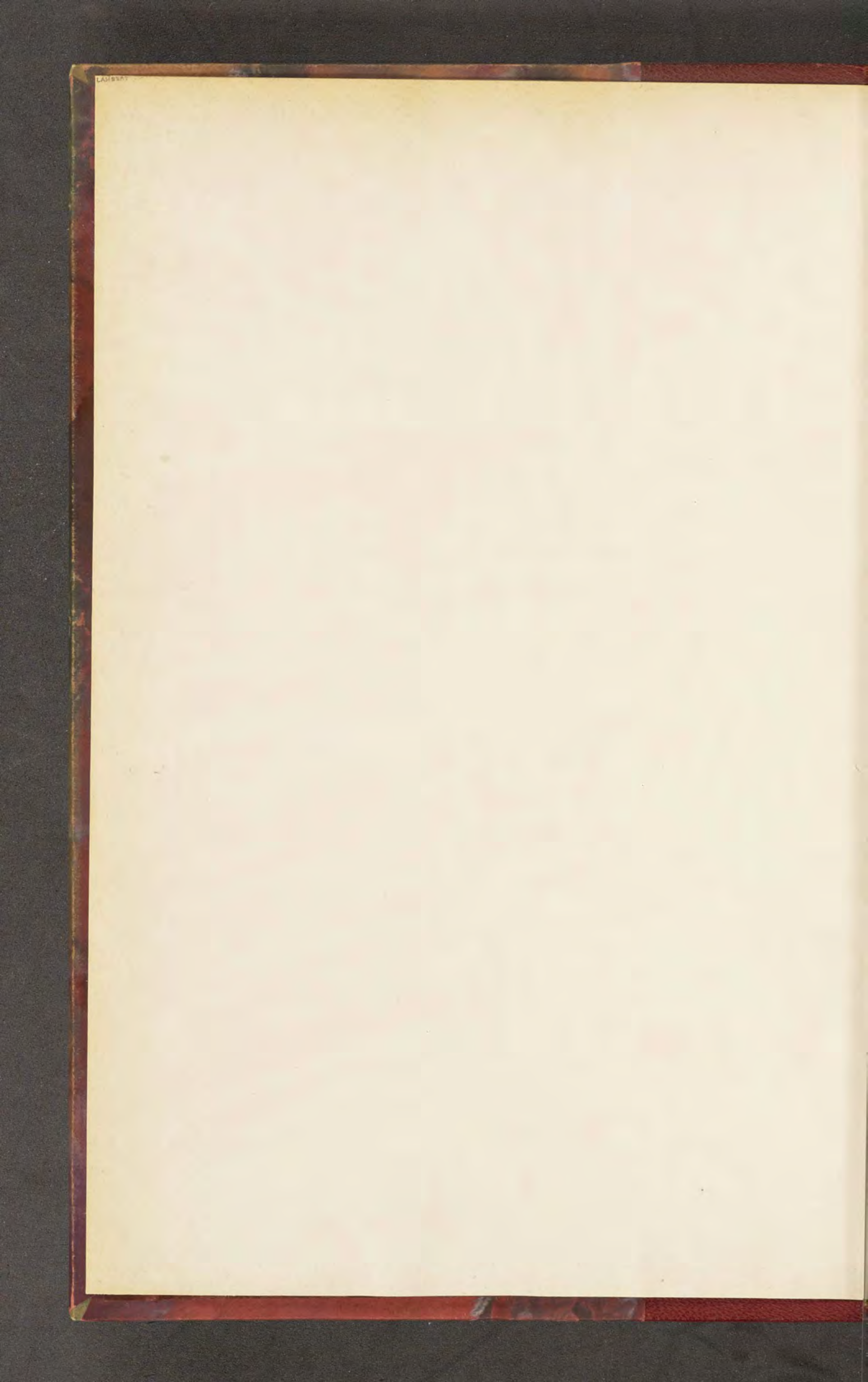




OF·GEMS·&c GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM·STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIB-RIS
JOHN SIN KAN KAS





A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1910

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1910

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME

1e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1910

TABLE DES MATIÈRES

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME

1e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1910

INTRODUCTION DU TOME IV

La publication de la seconde partie du tome III et par suite celle de ce dernier volume a été longtemps retardée par des recherches multiples sur le volcanisme, auxquelles j'ai été entraîné à la suite de la Mission officielle, que j'ai dirigée à la Martinique, pendant l'éruption mémorable de la Montagne Pelée en 1902 et 1903.

L'étude des riches matériaux que j'ai alors recueillis aux Antilles, puis au Vésuve, lors du dernier paroxysme de ce volcan en 1906, et enfin à l'Etna pendant l'éruption de 1908, ont absorbé toute mon activité pendant plusieurs années. Je tiens à m'en excuser auprès de ceux de mes lecteurs que ce long retard a pu surprendre.

Cette interruption a eu une grande influence sur la façon dont je termine cet ouvrage. Elle a permis en effet l'accumulation de nombreux matériaux nouveaux, qui me forcent, une fois encore, à modifier mon plan. Les *Manganates* et les *Plumbites* ont dû être rejetés dans le présent tome; d'autre part, ne pouvant augmenter indéfiniment le nombre de mes volumes, j'ai dû abandonner le projet que j'avais annoncé, de terminer mon livre par des tables géographiques détaillées. Il m'a paru préférable de leur substituer une revue de tout ce que j'ai

recueilli au cours de ma publication et qui n'a pu prendre place dans les volumes précédents. Un grand nombre des matériaux, qui vont être étudiés, sont restés inédits ; j'ai sommairement décrit les autres dans des notes ou mémoires publiés dans les *Comptes rendus*, dans le *Bulletin de la Société française de Minéralogie* ou dans les *Nouvelles archives du Muséum* ; les colonies françaises, et en particulier Madagascar, m'en ont fourni la plus grande part. J'y ai joint le résumé d'observations publiées par plusieurs auteurs.

Je remercie encore une fois les correspondants, anciens ou nouveaux, qui ont bien voulu m'aider de leur documentation. Je tiens en outre à exprimer ma gratitude à mon ami, M. Ad. Richard, qui m'a aidé dans l'achèvement du dessin des figures, à MM. P. Gaubert et Arsandaux, dont le concours m'a été précieux pour l'exécution d'essais divers.

En entreprenant la publication de ce livre, il y a dix-sept ans, je m'étais proposé un double but :

1° Exposer la façon dont je comprends l'étude des minéraux, en donnant une large place à l'observation de toutes leurs propriétés physiques et chimiques, mais aussi en recherchant d'une façon minutieuse leur rôle dans la nature et notamment leurs conditions de gisement, qui permettent d'éclairer leur genèse, en considérant non seulement les seigneurs de grande importance, qui font l'ornement des collections et sont généralement à peu près seuls en faveur auprès des minéralogistes, mais encore les infiniment petits, qui, entrant dans la constitution des roches, ont véritablement une importance capitale.

2° Faire le bilan des richesses minéralogiques du sol de la plus grande France, en montrant que ses colonies, tout autant que la métropole, méritent mieux que la place minuscule

qu'elles ont occupée jusqu'ici dans les Traités spéciaux et en faisant voir qu'elles ne le cèdent en rien aux pays les plus réputés au point de vue de leur intérêt minéralogique.

Je me considérerai comme largement payé de mon long labeur, si ce livre contribuait à stimuler en France l'étude de l'histoire naturelle des minéraux.

Paris, 1er mai 1910.

A. Lacroix.

MINÉRALOGIE DE LA FRANCE

MANGANITES ET PLUMBITES

MANGANITES ET PLUMBITES ANHYDRES

GROUPE DE LA BRAUNITE

Ce groupe comprend deux espèces, l'une cubique, la bixbyite, l'autre quadratique, mais presque cubique, la braunite.

Braunite...... $\overset{II}{Mn}\,\overset{IV}{Mn}\,O^3$

**Bixbyite*...... $\overset{II}{Fe}\,\overset{IV}{Mn}\,O^3$

BRAUNITE

$\overset{II}{Mn}\overset{IV}{Mn}O^3$

Quadratique.

$b : h = 1000 : 772{,}32 \quad D = 707{,}107.$

$[a : c = 1 : 1{,}0922.$ (Flink)]

	Angles calculés.	Système cubique.
[$pb^{1/2}$	125°10′	125°16′ (pa^1)
[$b^{1/2}b^{1/2}$	109°41′	109°28′ (a^1a^1 s. b^1).
$b^{1/2}b^{1/2}$ s. a^1	70°20′	70°32′ (a^1a^1 s. p)

Macles. Macle suivant a^1 (101).

Formes et faciès. La braunite se présente généralement en octaèdres $b^{1/2}$ (111) extrêmement voisins de l'octaèdre régulier, comme le montrent

les angles donnés plus haut. Elle forme aussi des masses grenues ou compactes.

Clivages. Clivage parfait suivant $b^{1/2}$ (111). Cassure inégale à conchoïde.

Dureté. 6 à 6,5. Fragile.

Densité. 4,75 à 4,82.

Coloration et éclat. Gris d'acier à noir brunâtre. Poussière de même couleur. Opaque.

Éclat semi-métallique.

Composition chimique. La formule $MnMnO^3$ correspond à la composition suivante :

MnO^2......	55,1
MnO......	44,9
	100,0

La composition chimique est en réalité plus complexe que ne l'indique cette formule, car il existe de la silice, pouvant atteindre 8 %. Le silicium remplace une partie du manganèse quadrivalent $[\overset{II}{Mn}(\overset{IV}{Mn}, \overset{IV}{Si})O^3]$: ce qui fait considérer la braunite, non comme du Mn^2O^3, mais comme un manganite de manganèse. La découverte de la bixbyite renforce cette manière de voir ; un peu de titane joue le même rôle que le silicium dans la braunite.

Propriétés pyrognostiques. Comme polianite ; mais l'attaque par l'acide chlorhydrique laisse un résidu de silice gélatineuse ou floconneuse.

Diagnostic. Ce résidu de silice est très caractéristique pour la distinction du minéral d'avec les autres minerais de manganèse, dont la braunite peut d'ailleurs être facilement distinguée par sa forme et par ses clivages pseudooctaédriques. Elle ne peut être confondue avec la haussmannite, dont les octaèdres, plus aigus, se clivent suivant leur base et dont la poussière est brun-châtaigne.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La braunite est un minéral peu abondant, qui accompagne généralement d'autres minerais de manganèse.

Vosges. — *Vosges*. J'ai trouvé dans la collection du docteur Carrière un bel échantillon de braunite de Grandrupt, près Saint-Stail. Il consiste en nombreux octaèdres $b^{1/2}$ (111) atteignant 3 millimètres ; ils sont implantés sur une masse fibrolamellaire de manganite.

[*Alsace*]. Daubrée a signalé la braunite en petits octaèdres dans la

psilomélane de Kalberhugel à Dambach, qui forme un filon dans le granite (*Descr. géol. Bas-Rhin.* 302. 1852). Le Muséum possède un échantillon provenant de la collection de ce savant ; il est constitué par un agrégat miarolitique de ces cristaux, localement englobés par de la fluorine.

GROUPE DE LA HAUSSMANNITE

Ce groupe ne comprend que les deux espèces suivantes :

Haussmannite..... $\overset{\text{II}}{Mn^2}\overset{\text{IV}}{Mn}O^4$

Minium.......... $\overset{\text{II}}{Pb^2}\overset{\text{IV}}{Pb}O^4$

HAUSSMANNITE

$\overset{\text{II}}{Mn^2}\overset{\text{IV}}{Mn}O^4$

Quadratique.

$b : h : = 1000 : 830{,}285 \qquad D = 707{,}107.$

$[a : c = 1 : 1{,}1743$ (Haidinger).]

Macles. Macle a^1 (101) souvent répétée.

Formes et faciès. La haussmannite se présente toujours avec la pyramide $b^{1/2}$ (111) dominante ($b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. $p = 62°7'$). Elle constitue aussi des masses granulaires.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), peu apparents suivant a^1 (101) et $b^{1/2}$ (111). Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4,72 à 4,86.

Coloration et éclat. Noire un peu brunâtre. Poussière brun-noisette ; opaque. Éclat semi-métallique.

Composition chimique. La formule $Mn^2MnO^4 = 2\ MnO\ MnO^2$ correspond à la composition suivante :

Mn^2O^3....	69,0
MnO......	31,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme poliganite.

Diagnostic. Voir à *braunite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. Rivot a signalé la haussmannite (*Docimasie*, III, 1864) dans les mines d'hématite de Framont. J'indique ce gisement sous bénéfice d'inventaire, n'ayant vu aucun échantillon de cette provenance.

MINIUM

$\overset{II}{Pb^2}\overset{IV}{Pb}O^4$

Orthorhombique?

Formes et faciès. Masses écailleuses ou pulvérulentes.

Dureté. 2 à 3.

Densité. 4, 6.

Coloration et éclat. Rouge vif, avec une teinte jaune. Poussière rouge orangé. Opaque.

Composition chimique. La formule $Pb^2PbO^4 = 2\,PbO\,PbO^2$ orrespond à la composition.

Pb.......	90,6
O........	9,4
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement ; avec le charbon, donne un globule de plomb. Sous l'action de l'acide chlorhydrique, se transforme en chlorure de plomb avec dégagement de chlore.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques permettent facilement de distinguer le minium de tous les autres minéraux présentant une couleur analogue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le minium est un produit d'altération de la galène et de la cérusite.

Plateau Central. — *Rhône.* J'ai rencontré ce minéral sur les haldes de la mine de Monchonay, aux Ardillats ; il épigénise partiellement de petits cristaux de galène.

Algérie. — *Constantine*. La collection de l'École des Mines possède un échantillon de cérusite provenant d'une ancienne recherche faite à l'Oued Noukhal, à 12 km. nord-est de Jemmapes. Il est recouvert d'un enduit de minium terreux.

GROUPE DE LA PSILOMÉLANE

Sous le nom de psilomélane, sont désignés des minerais de manganèse de composition très variée et qui paraissent renfermer des espèces très distinctes; celles-ci sont cristallisées, bien que leur forme exacte n'ait pu être encore déterminée, par suite de la tendance de leurs cristaux à former des agrégats fibreux. Ces minéraux ont été confondus jusqu'à présent sous le même nom, alors que de simples variétés ont reçu des dénominations spéciales, qui ne paraissent pas se justifier. Il est vraisemblable que beaucoup des analyses publiées ont été faites sur des mélanges.

Les minéraux de ce groupe contiennent tous de l'eau; une portion de celle-ci est sans doute parfois de l'eau d'hydratation, mais souvent tout ou partie de celle-ci doit être considérée autrement, les psilomélanes étant vraisemblablement des manganites acides, dans lesquels une certaine quantité seulement de l'hydrogène est remplacée par divers métaux, dont le plus important est toujours le manganèse.

Je considérerai comme espèces distinctes deux minéraux que j'ai plus particulièrement étudiés, la *romanéchite*[1] et la *ranciéite*[2], dont la structure cristalline est des plus nettes.

Faute de pouvoir préciser davantage, je range sous le nom de *psilomélane* tous les autres minéraux de ce groupe, persuadé d'ailleurs que des études approfondies permettront d'y établir des coupures légitimes.

Quant au nom de *wad*[3] employé pour désigner des minéraux poreux

1. J'ai employé pour la première fois, en 1900, ce terme et donné une formule dans le *Guide du visiteur à la collection de Minéralogie du Muséum d'histoire naturelle*.

2. Leymerie a désigné cette substance sous le nom de *ranciérite* (*Cours de Minéral.*, II, 329, 1859), qu'il est plus correct d'écrire *ranciéite*, puisqu'il est tiré de la localité Rancié.

3. Huot a proposé en 1841 (*Minéralogie*, 241) le nom de *ouatite* pour remplacer ce terme d'origine étrangère.

et légers de ce groupe, il me paraît, d'une façon générale, devoir être abandonné; il ne correspond pas, en effet, à une composition chimique fixe, mais constitue une variété structurelle, que j'appellerai la *structure subériforme*, de tous les types possibles de ce groupe.

ROMANÉCHITE

$H^2(Mn, Ba)Mn^3O^8$

Orthorhombique ?

Faciès. — La romanéchite forme des masses compactes ou concrétionnées à structure fibreuse. Les surfaces libres dans les géodes sont le plus souvent mamelonnées, botroydes, stalactiformes, mais les fibres se terminent quelquefois dans les cavités par des aiguilles extrêmement fines se courbant sous le souffle, quand elles sont longues ; elles ont un aspect velouté et s'écrasent sous la pression des doigts, lorsqu'elles sont courtes.

Les masses concrétionnées sont parfois formées par la réunion d'un grand nombre de petites stalactites creuses à parois dures, remplies par une variété fibreuse subériforme du même minéral ; cette variété offre une cassure à aspect palmé des plus caractéristiques (fig. 4) ; celle-ci forme aussi à elle seule de grosses masses plutôt columnaires que fibreuses. Il existe des variétés pulvérulentes (mine brûlée des mineurs de Romanèche).

Dureté.

Densité. 4, 55. Échantillon fibreux d'un gris bleu. Les variétés subériformes sont légères, poreuses.

Coloration et éclat. Gris bleu d'acier à noir. Poussière noire. Les surfaces mamelonnées qui tapissent les géodes sont parfois recouvertes d'une croûte vernissée d'un beau noir qui se rencontre surtout dans les variétés compactes, ferrifères. Les variétés subériformes ont quelquefois une cassure irisée de diverses couleurs (manganèse *queue de paon* des mineurs de Romanèche) ; elles sont traçantes.

Éclat métallique ; éclat velouté, dans les enduits fibreux ; les variétés subériformes ont parfois un aspect terreux.

Composition chimique. La formule H^2 (Mn, Ba) Mn^3 O^8 correspond à la composition *a*, pour le cas où le rapport Mn : Ba = 1 : 1 ; elle

se rapporte aux analyses les plus récentes dues à M. Gorgeu, qui écrivait la formule (Mn, Ba) O, 3 Mn $O^2 + H^2O$: il me paraît difficile de ne pas considérer l'eau comme combinée. Ces analyses montrent une teneur très sensiblement constante en baryum ce qui, avec la structure cristalline, m'a conduit à considérer ce minéral comme une espèce définie ; elles font voir en outre que la variété subériforme a la même composition que les types fibreux[1].



Fig. 1.
Romanéchite botroyde à structure fibreuse. Romanèche (Petit Filon).
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Analyses de la romanéchite : fibreuse, croûte extérieure. *b*) et *c*), croûte intérieure d'un même échantillon ; *d*) variété subériforme ; toutes trois par Gorgeu (*B. S. M.* XIII. 21. 1890) ; *e*) par Türner (P.A.XIV.225) ; *f*) et *g*) par Berthier (*A. M.* VI. 291. 1821) ; *f*) variété compacte ; *g*) variété terreuse.

1. M. Fermor a décrit (*Transact. Miningand. Geol. Instit. India*, I. 76. 1906, et *Mem. geol. Surv. of India*, XXXVII. 86. 1909), sous le nom de *hollandite*, un minéral des districts de Sitapár et de Chhindwára (Indes centrales), parfois plus largement cristallisé que la romanéchite et qui s'en rapproche, sans pouvoir toutefois être identifié avec elle, à cause de sa richesse en fer et du remplacement total de l'hydrogène par des métaux : sa composition est, d'après lui, *m* (Mn, Ba^2) $MnO^5 + n$ (Fe, Al)^4 $(MnO^5)^3$. Il présente des variétés cristallisées (orthorhombiques ou tricliniques et pseudoquadratiques) et d'autres fibreuses à éclat soyeux.

	a)	*b)*	*c)*	*d)*	*e)*	*f)*	*g)*
MnO^2......	66,75	66,87	69,69	64,97	66,49	67,15	66,83
MnO.......	9,08	8,23	7,67	7,28	11,74	11,93	14,77
BaO.......	19,57	16,20	14,45	15,45	16,69	16,84	13,50
CaO.......	»	0,40	0,52	1,65	»	»	»
MgO.......	»	0,20	0,07	tr.	»	»	»
K^2O.......	»	0,10 (K²O + Na²O)	0,37	tr.	»	»	»
Na^2O......	»		0,08	0,80	»	»	»
$CuO + PbO$	»	0,10	0,18	0,30	»	»	»
Fe^2O^3.....	»	1,45	1,80	1,10[1]	»	»	»
As^2O^5.....	»	1,50	0,70	0,60	»	»	»
P^2O^5......	»	tr.	0,05	0,05	»	»	»
H^2O.......	4.60	4,65	4,34	5,00	4,13	4,08	4,90
Gangue....	»	0,15	0,25	1,40	»	»	»
SiO^2.......	»	0,25	5,00	0,80	0,95	»	»
	100,0	100,10	100,27	99,80[2]	100,00	100,00	100,00

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Par calcination, perd de l'oxygène. Avec le borax et le sel de phosphore fournit les mêmes réactions que la manganite.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore ; quand l'acide est concentré, il se forme un dépôt cristallin de $BaCl^2$, se dissolvant par addition d'eau. La solution précipite abondamment par l'addition d'un sulfate soluble.

Diagnostic. L'abondance du baryum est un caractère distinctif des autres minerais de manganèse.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Les mines de Romanèche étudiées dès 1796 par Dolomieu (*J. M.* IV. 19. 1796) sont depuis la fin du XVIIIe siècle le principal centre français de production du manganèse. Le lecteur m'excusera d'insister longuement sur ce gisement, qui est de tous ceux décrits dans ce livre celui que je connais le mieux C'est en effet sur les déblais de cette mine que j'ai fait, dès mon enfance, sous la direction de MM. Chamussy et de mon grand-père, mes premières récoltes de minéraux. Depuis lors, j'ai visité très souvent ce gisement, sur lequel M. Daniel Chamussy n'a cessé de me fournir de précieux documents.

1. $Fe^2O^3 + Al^2O^3$.
2. y compris SO^4Ca 0.40.

Le gisement consiste essentiellement en deux filons parallèles, Nord 35° Est (Petit-Filon) ou plutôt en une série de petites veinules s'entrecroisant dans le granite, véritable stockwerk, dont l'ensemble affecte cette direction. Ils sont réunis par un gîte de contact (Grand Filon), Nord-Sud, se trouvant dans la faille limite du granite et des argiles pliocènes. Il existe en outre un ou plusieurs amas ayant pour mur les arkoses infraliasiques et pour toit, tantôt le

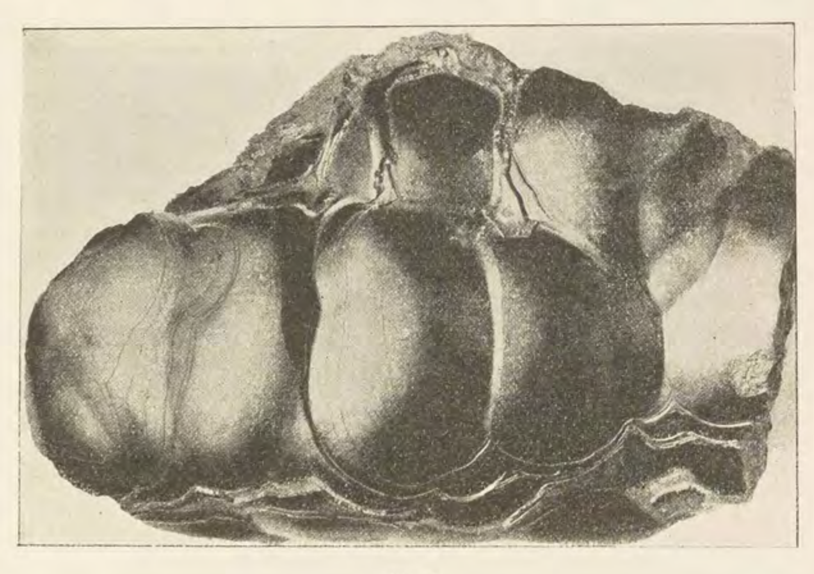


Fig. 2.
Romanéchite concrétionnée à structure vernissée et à structure compacte. Romanèche (Petit Filon). (*Photographie réduite de moitié.*)

calcaire à gryphées, tantôt les sables ou les argiles pliocènes. Enfin il faut signaler des gîtes remaniés (pliocènes?) résultant de la démolition des précédents.

Dans les filons, la richesse minérale est extrêmement variable ; on observe une série d'amandes en chapelets paraissant souvent indépendantes les unes des autres. L'épaisseur maximum des colonnes minérales est de 12 à 15 mètres. Le remplissage des fentes s'est fait par dépôt successif sur leurs parois, ce qui explique la fréquence des géodes, ayant parfois de très grandes dimensions et dont les surfaces présentent les beaux échantillons, mamelonnés, botroydes à structure généralement fibreuse de romanéchite (fig. 1 et 2) qui ont

rendu ce gisement célèbre : leur surface est parfois recouverte de cristaux de quartz et de petits cristaux de barytine et de fluorine.

La romanéchite a pour gangue le quartz et la fluorine violette ou verte ; elle cimente fréquemment des sortes de brèches constituées par des débris de ces minéraux et par des débris du granite (fig. 3). Sous l'influence d'actions postérieures au dépôt du minerai, la fluorine a été redissoute et a recristallisé sous forme de cristaux incolores ou jaunâtres toujours déformés (tome II).

Quant au Grand Filon, il a, par places, jusqu'à 20 mètres de puis-

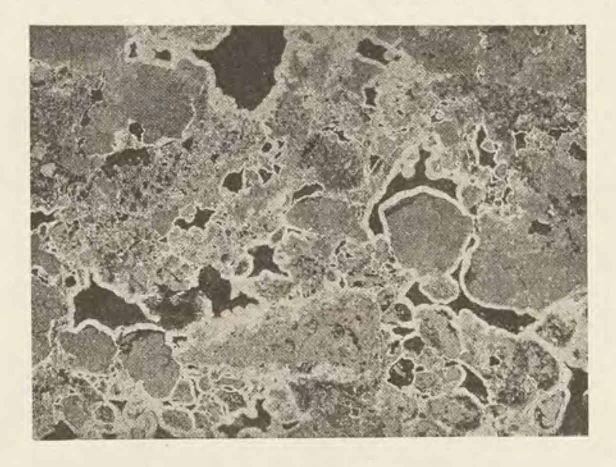


Fig. 3.
Brèche de fluorine (fragments à surface unie) et de débris granitiques (fragments à surface tachetée) cimentés par de la romanéchite fibreuse. Romanèche (Petit Filon). (*Photographie grandeur naturelle d'une surface polie.*)

sance, ses cavités sont fréquemment recouvertes par des cristaux de quartz, de fluorine, de barytine, etc. Ces mêmes minéraux servent de gangue à la romanéchite.

On exploite actuellement une partie du grand amas, qui s'est formé par substitution du calcaire à gryphées. On peut suivre pas à pas la transformation de ce calcaire très fossilifère en romanéchite, finement concrétionnée, englobée par de grandes plages blanches ou incolores de calcite laminaire ; c'est ce gisement qui fournit les beaux cristaux de calcite décrits tome III, page 572. On y a trouvé des masses bacillaires de calcite noire, divergeant d'un centre et ayant parfois plus d'un centimètre de longueur ; elles englobent pœcilitiquement de la romanéchite pulvérulente.

Si l'on fait digérer dans l'acide acétique le minerai constitué par le mélange de romanéchite et de calcite, on obtient, par disparition du carbonate, des masses curieusement scoriacées et concrétionnées de romanéchite, tout à fait semblables à celles que l'on trouve dans d'autres points de la mine, et notamment dans le Grand Filon, sans aucune trace de calcaire. Comme dans ceux-ci, il existe çà et là des pseudomorphoses totales de calcite en romanéchite (tome III, p. 564, fig. 229 à 230) ; on peut conclure que la calcite a pu être localement

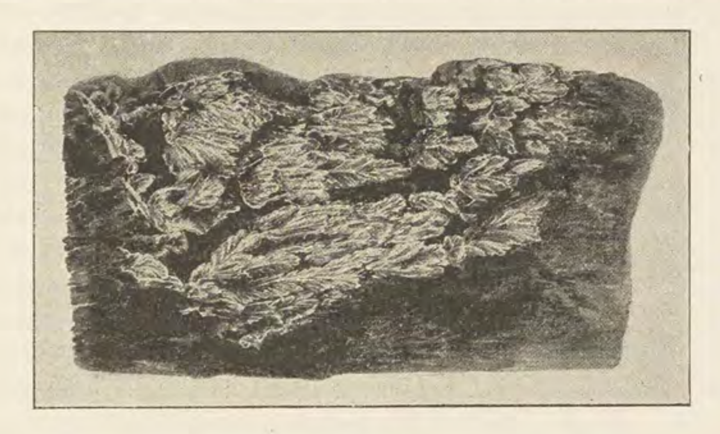


Fig. 4.
Romanéchite à structure palmée. Romanèche (amas de substitution).
(*Grandeur naturelle.*)

enlevée par les eaux circulant dans le filon, comme cela vient d'être indiqué pour la fluorine.

Ces concrétions sont formées par une enveloppe de romanéchite dure entourant la variété subériforme ; il en résulte parfois une structure palmée mise en évidence par la figure 4.

Quant aux variétés subériformes de romanéchite qui possèdent souvent de belles teintes irisées, elles se trouvent un peu dans toutes les parties de la mine.

M. Chamussy a depuis longtemps constaté que le gîte, très pauvre en fer aux affleurements, devient ferrifère en profondeur et finit même par ne plus renfermer que de l'hématite et de la gœthite à peine manganésifères. Il est extrêmement curieux de suivre les variations minéralogiques consécutives à cette transformation ; il semble que la teneur en baryum du filon varie peu mais, tandis qu'aux

affleurements, ce corps est entièrement combiné au manganèse (romanéchite), dès que la proportion de fer individualisée sous forme d'hydrate est notable, on voit apparaître la barytine qui, en profondeur devient très abondante et souvent remarquable par la beauté de ses cristaux.

Dans la zone manganésifère, il existe toujours une petite quantité d'arsenic, pouvant atteindre 1, 5 °/₀, sans que son rôle puisse être précisé, car elle ne s'individualise pas sous une forme minéralogique définie, tout au moins perceptible ; dans la zone ferrifère au contraire, l'arsenic se trouve sous la forme d'un arséniate ferrocalcique, caractéristique de Romanèche, l'*arséniosidérite*. Celle-ci est contemporaine des minéraux qu'elle accompagne ; elle alterne souvent avec du quartz, parfois avec de la romanéchite ; on la voit pseudomorphisée en gœthite.

J'ai étudié avec soin les transformations subies au contact du filon par le granite, par les arkoses, par les grès, par les calcaires. En ce qui concerne le granite, elles consistent exclusivement en une altération profonde des feldspaths, du mica, analogue à celles que produisent les agents atmosphériques et en imprégnation de quartz, de fluorine, de barytine, de romanéchite. Les argiles sont silicifiées et les calcaires à gryphées, quand ils ne sont pas transformés en un mélange de calcite à grandes lames et de romanéchite, sont parfois transformés en quartzites dans lesquels la romanéchite apparaît en concrétions au milieu des moules en creux des gryphées.

PSILOMÉLANE.

x **RO**, y **MnO^2** $+ z$ **H^{2}O**.

Orthorhombique ?

Faciès. La psilomélane se présente en masses concrétionnées stalactiformes, botroydes, offrant les aspects les plus variés. La cassure est parfois fibreuse ou grenue, aussi n'est-il pas douteux que le minéral possède une structure cristalline, bien qu'en l'absence de cristaux définis, son système cristallin ne puisse être déterminé. Elle constitue fréquemment des variétés subériformes.

Dureté. 5 à 6 dans les variétés compactes ; les variétés subériformes s'écrasent sous le doigt.

Densité. 3, 7 à 4, 7. Les variétés subériformes ont une densité apparente très faible : elles flottent parfois sur l'eau, jusqu'à ce qu'elles soient imprégnées par ce liquide, dans lequel elles se délayent.

Coloration et éclat. Noir de fer passant au noir gris d'acier. Poussière noire brunâtre en lames minces.

Éclat métallique dans les variétés fibreuses.

Composition chimique. Ainsi que je l'ai dit plus haut, on désigne sous le nom de *psilomélane* des corps de composition variée.

M. Laspeyres considère les psilomélanes comme dérivées d'un acide hypothétique H^4MnO^5 (*J. prakt. Chemie.* XIII. 215. 1876).

M. Gorgeu les regarde comme des manganites de manganèse de la forme x RO, y $MnO^2 + z$ H^2O : ses analyses conduisent à des formules comprises entre RO, 4 $MnO^2 + H^2O$ et RO, 11 $MnO^2 + H^2O$.

RO est essentiellement constitué par du manganèse, mais il peut exister une quantité variable de baryum. Certaines variétés contiennent de l'oxyde de cobalt, je décrirai plus loin à part sous le nom d'*asbolite*, les variétés très cobaltifères ayant une importance économique. D'autres variétés contiennent en abondance du cuivre ; elles ont reçu le nom de *lampadites*. Celui de *lithiophorite* a été donné à des variétés renfermant de la lithine ; je propose celui de *ébelménite* pour désigner des variétés potassiques et en même temps barytiques, je décrirai dans un paragraphe spécial les types calciques (*ranciéite*). Enfin, Delanoue a jadis signalé l'ammoniaque dans certaines psilomélanes de la Dordogne.

Les quelques analyses suivantes sont groupées pour mettre en évidence l'existence de psilomélanes surtout manganeuses, d'autres barytiques, d'autres enfin riches en alcalis. Je n'ai aucun renseignement sur le degré de pureté des échantillons analysés, c'est pourquoi il me semble superflu de chercher à les représenter par des formules ; d'autant plus que beaucoup d'entre eux sont sans doute des mélanges.

Analyses :

Psilomélanes uniquement manganésifères.

a) de Laveline (*Vosges*) par Berthier (A. M. VI. 296.1821), déduction faite de 5 °/₀ de gangue.

b) de Grazay (*Mayenne*), par Berthier (A. C. P. LI. 91.1832), déduction faite de 9 °/₀ de gangue.

c) de Vicdessos par Rivot (*Docimasie*), III, 286. 1864, déduction faite de 3.75 °/₀ de gangue.

	a	*b*	*c*
MnO^2	61.5	78,2	67,10
MnO	24,0	»	16,70
O en excès	»	4,5	»
Fe^2O^3	5,8	»	2,35
H^2O	8,2	17.3	13,85
	99,5	100,0	100,00

Psilomélanes barytiques.

c) de Saint-Martin de Fressengeas (*Dordogne*), par Berthier, déduction faite de 9 °/₀ de gangue.

d) des filons de Kaymar (*Aveyron*), *id.*

	c	*d*
MnO^2.....	91,5	77,2
MnO......	1,4	3, 6
O en excès.	»	»
BaO......	1,3	10,2
Fe^2O^3....	2,7	1,3
H^2O......	2,9	6,2
	99,8	98,5

Psilomélanes potassiques.

f et *g* de Gy (*Haute-Saône*), par Ebelmen (A.M.XIX. 155. 1841.)

h des Gouttes-Pommiers (*Allier*), par M. Pisani.

	e	*f*	*g*	
MnO^2......	77,10	74,71	75,15	
MnO......	7,68	7,33	9,07	
BaO.......	6,55	6,60	9,44	
MgO.......	1,05	0,97	0,20	(CaO)
K^2O.......	4,05	3,98	3,12	
Fe^2O^3.....	0,77	1,90	0,80	
H^2O.......	1.67	2,65	2,20	
SiO^2.......	0,60	0,27	»	
	99,47	98,41	99,98	

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ; par calcination perd en outre de l'oxygène. Soluble dans l'acide sulfurique en donnant une liqueur violette ; dans l'acide oxalique, et surtout dans l'acide chlorhydrique, en dégageant du chlore.

La présence du baryum, du cobalt, du cuivre, des métaux alcalins dans certaines variétés entraîne en outre des variations dans leurs propriétés pyrognostiques (voir notamment à *romanéchite* et *asbolite*) ; les variétés potassiques (*ébelménite*) donnent avec le chlorure de platine une réaction très caractéristique.

Diagnostic. Le dégagement du chlore par le traitement à l'acide chlorhydrique est typique. La teneur élevée en eau ne permet de confondre le minéral qu'avec la manganite ; celle-ci ne possède pas la structure botroyde et concrétionnée des psilomélanes ; la fréquence de bases autres que le manganèse constitue en outre un bon diagnostic,

qui peut être complété par un rapide dosage de la perte par calcination, qui ne dépasse pas 10, 3 % dans la manganite et qui est plus grande dans la psilomélane.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les psilomélanes sont très répandues; elles forment à elles seules des gisements exploitables ; plus souvent aussi, elles ne constituent qu'un accident au milieu de minerais de fer. Enfin, on les trouve sous la forme de veinules ou d'enduits dans les fentes de diverses roches. Je citerai quelques exemples typiques de ces divers genres de gisement, sans m'étendre sur cette question peu intéressante au point de vue purement minéralogique.

1° *Gisements filoniens.*

a) *Dans les filons exclusivement manganésifères.*

Plateau Central. — *Cantal.* Des filons de psilomélane ont été jadis exploités dans le granite de Brezons ; les échantillons que possède la collection du Muséum ont une cassure compacte et luisante.

Allier. Je dois à M. Chamussy les renseignements suivants sur un gîte manganésifère exploité aux Gouttes-Pommiers en Saligny, et se prolongeant sur le territoire de Saint-Léon. La région est constituée par des calcaires et des schistes dévoniens très métamorphisés par le granite, et par du pliocène. C'est dans un filon quartzeux, dirigé Nord-Sud, et suivi sur plus de 4 km. ou à son contact avec les sédiments, que se trouve irrégulièrement distribué le minerai de manganèse. Tantôt celui-ci constitue un véritable stockwerk, tantôt, surtout entre les calcaires marmoréens et le filon, il forme des amas coniques, dont la pointe est en bas, constitués par du minerai plus riche et plus compact. Le filon a été surtout exploité dans sa partie septentrionale, qui est très manganésifère, alors que la partie méridionale est surtout ferrifère.

Le minéral est une ébelménite barytique, compacte ou concrétionnée, très dure ; il existe aussi des variétés tendres, traçantes, d'un beau noir, en rognons, qui possèdent une structure fibrolamellaire, sou-

vent palmée : l'analyse *h* conduit à la formule 2 (Mn, Ba, K^2) O, 7 MnO^2 H^2O.

Soudan. — M. le lieutenant Desplagnes m'a remis des échantillons de psilomélane, qu'il a recueillis sur la rive gauche du Niger en aval d'Ansongo, à environ 6 kilomètres à l'Est du fleuve et sur le parallèle de l'île de Bourra. Cette psilomélane compacte constitue un filon Nord-Nord-Est, qui a pu être suivi sur un millier de mètres ; il forme au milieu des grès le piton d'Agaula. La psilomélane est parfois associée à de la manganite.

b) *Dans des gîtes métallifères divers, comme accident minéralogique.*

Pyrénées. — *Ariège*. Une psilomélane non barytique forme dans la mine de limonite de Rancié des masses stalactiformes, d'un noir mat, constituées par des écailles concentriques peu adhérentes les unes aux autres (voir à ranciéite).

Pyrénées-Orientales. On trouve le même minéral sous une forme analogue dans les mines du Canigou.

Plateau Central. — *Aveyron*. Une psilomélane barytique (analyse *e*), en masses caverneuses et cristallines, en concrétions mamelonnées, a été trouvée à la mine de Kaymar près de Villefranche.

Tarn. Dans les mines de limonite de las Costes à Alban-le-Fraisse, avec manganite.

Rhône. Des enduits et des masses terreuses ou concrétionnées de psilomélane accompagnent la chessylite et servent parfois de support à ses cristaux. Un échantillon de la collection du Muséum, dans lequel je me suis assuré de l'absence du carbonate de cuivre, donne une solution chlorhydrique bleuissant d'une façon intense par l'addition d'ammoniaque ; le minéral doit donc être rattaché à la *lampadite*.

Allier. Le kaolin exploité aux Colettes renferme des nodules de psilomélane qui, d'après un essai de M. Gouvenain, contient jusqu'à 1 °/₀ d'oxyde de cobalt.

Vosges. — *Vosges*. La psilomélane compacte et caverneuse a été trouvée avec manganite, à Laveline près de Saint-Dié.

[*Alsace*]. M. Lesslin m'a communiqué de nombreux échantillons de

psilomélane palmée, engagés dans du quartz, et provenant de Sainte-Marie-aux-Mines.

La psilomélane compacte ou mamelonnée accompagne la limonite dans les filons de Wissemburg et de Lembach. Dans le filon du Champ-Brécheté, près Urbeis, Daubrée l'a signalée en masses compactes épigénisant parfois la sidérite.

2° *Dans les roches sédimentaires.*

Les roches les plus diverses sont fréquemment imprégnées de composés manganésifères, qui se sont parfois déposés dans les fentes et ont produit alors de délicates arborisations. La fig. 1 donne une idée de ces *dendrites* et montre notamment que la psilomélane s'est produite dans la masse d'un bloc de calcaire, par une imprégnation venant de l'extérieur. Il n'est aucune roche éruptive, métamorphique ou sédimentaire, dans laquelle on ne puisse trouver de semblables dendrites, mais elles sont particulièrement abondantes dans les calcaires. Il serait oiseux d'en citer des gisements particuliers. La nature exacte du minéral manganésifère constituant ces *dendrites* est difficile à établir d'une façon précise, mais dans de nombreux cas où elles sont liées à un remplissage complet de la fissure, j'ai pu constater[1] que celui-ci est constitué par de la psilomélane et je crois qu'on peut, sans grand danger, généraliser cette conclusion.

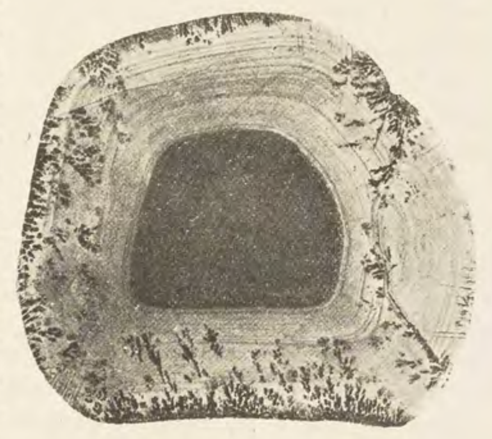


Fig. 1.
Dendrites de psilomélane dans nodule calcaire.
(*Photographie réduite de moitié.*)

Je ne m'occuperai ici que de quelques gisements sédimentaires, dans lesquels la psilomélane est particulièrement abondante ou même se rencontre en quantité suffisante pour constituer un minerai.

1. C'est le cas en particulier pour les dendrites du gypse de la région parisienne (Montmartre, Argenteuil, Romainville) et des nodules aplatis de psilomélane qui les accompagnent.

a) *Dans des grès.*

Bassin de Paris. — *Seine.* Les grès (stampiens) de Fontainebleau, d'Orsay et de ses environs (carrière de Saulx-les-Chartreux, près Palaiseau, etc.) sont localement imprégnés par une substance noire, cimentant à peine les grains de quartz et se transformant en limonite jaune par oxydation ; il s'agit là d'une psilomélane impure, dans laquelle le duc de Luynes a signalé autrefois des traces de cobalt. L'analyse suivante a été faite par Malagutti (*in* Brongniart. *C. R.* II. 221, 1836).

Mn^2O^3........	53,58
Fe^2O^3........	24,41
Al^2O^3........	6,60
CoO..........	0,25
H^2O	15,13
Cu, As.......	tr.
	99,97

Il n'y a pas là d'espèce définie, pas plus que dans les concrétions manganésifères, signalées par Brongniart dans les meulières de La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne), dans celles de la porte de Châtillon près Paris, étudiées par Robert (*C. R.* XVI. 1154.1843), etc.

Pyrénées. — *Ariège.* Des gisements manganésifères ont été prospectés jadis entre Montels et la Bastide de Sérou, à la métairie de Naudi. La psilomélane testacée forme dans des poudingues quartzeux des rognons cimentés par du quartz. Aux affleurements, on a rencontré de petites masses de pyrolusite cristalline.

D'autres gisements ont été reconnus entre Montels et la vallée de Tournay, notamment à Estaniels, Larbont, Séguéla.

Berri. — *Cher.* Des échantillons de psilomélane mamelonnée ont été trouvés à Château-Meillant et à Loisellière près Cullan. La psilomélane de Saint-Christophe-le-Chaudry, près Saint-Amand, forme des rognons et des veinules dans les arkoses triasiques ; elle y est associée à de l'halloysite.

Vosges. — [*Alsace*]. La psilomélane se trouve avec manganite en concrétions mamelonnées dans les grès permiens de Soutz-les-Bains, de Gresswiller, etc.

Madagascar. — M. Villiaume m'a remis des blocs de psilomélane imprégnant des grès paléozoïques ou archéens à l'Est d'Ambatofangehana.

b) *Dans les argiles et les calcaires.*

La psilomélane, en grains ou en nodules, accompagne fréquemment le minerai de fer en grains dans les divers gisements qui ont été étudiés tome III, page 300. J'en citerai quelques exemples.

Maine. — *Mayenne.* Les Traités de Minéralogie donnent sous le nom de *groroïlite* la description d'un minerai de manganèse, analysé par Berthier, et attribuent à ce savant la paternité de ce terme. Berthier ne donne pas (*A. C. P.* LI. 91.1832), de nom spécial au minéral qu'il étudie, il l'appelle *hydrate de peroxyde de manganèse natif*; Dufrénoy paraît avoir pour la première fois employé ce nom (*op. cit.* II.370.1844), qui doit de toute façon être abandonné, car l'indication de gisement donnée par Berthier est fautive ; il n'existe pas de localité s'appelant Groroi, le minerai analysé vient de Grazay ; il constitue d'ailleurs probablement un mélange de pyrolusite et de psilomélane. Il forme des nodules caverneux, disséminés dans une terre noire, en relation avec des marnes et des calcaires tertiaires, qui reposent sur le granite. Ce minéral est d'un noir brunâtre, à poussière chocolat ; il est souvent résistant et assez dur, aussi ne sais-je trop pourquoi on a si souvent employé ce nom de groroïlite comme synonyme du wad.

Poitou. — *Charente.* Le minerai de fer en grains de cette région est souvent associé à de la psilomélane barytique, surtout abondante à Épenède, sous forme de pisolites ou de rognons, engagés dans des argiles ou des sables et associés à du jaspe et à du silex.

Périgord. — *Dordogne.* De nombreux gisements de psilomélane se trouvent au Sud de Nontron, *à la lisière des roches anciennes du Plateau Central* ; ils reposent soit sur les schistes cristallins (Aye, Saint-Martin), soit sur les calcaires jurassiques (Saint-Martin-de-Fressingeas près Thiviers, Excideuil, Milhac).

L'origine de ces gisements a été souvent discutée et a été parfois attribuée à des actions filoniennes. Il paraît difficile de les séparer, au point de vue de la genèse, des minerais de fer en grains.

La psilomélane y constitue des masses concrétionnées, noduleuses, ou terreuses ; elle est fréquemment accompagnée de barytine, de

quartz ou d'opale jaspoïde; d'halloysite, de nontronite ; elle imprègne localement les sédiments, au milieu desquels elle se trouve et en épigénise les fossiles.

Elle a été autrefois exploitée et était alors connue dans le commerce sous le nom de *manganèse de Périgueux*. Elle renferme quelquefois une petite quantité d'ammoniaque et d'oxyde de cobalt; ce dernier corps a même fait l'objet d'une tentative d'extraction de la part de Delanoue, qui a défendu jadis la théorie de l'origine sédimentaire de ces minerais.

Berri. — *Indre*. De petits amas de psilomélane, de 2 à 3 décimètres d'épaisseur, ont été signalés autrefois à 2 kilomètres de la Châtre sur le chemin de Chassignoles.

Vosges. — *Haute-Saône*. Des concrétions et des plaquettes de psilomélane, renfermant jusqu'à 3 °/₀ de baryte, se trouvent dans le minerai de fer en grains de Frasne-le-Château (Berthier, *A. C. P.* LI. 91. 1832) et de Vaux-le-Moncelot.

Les calcaires jurassiques de Gy renferment des poches, remplies par de l'argile, qui contiennent des nodules d'ébelménite, accompagnée de calcite. Ce minéral à cassure fibreuse et à éclat semi-métallique, a une poussière noire tachant les doigts. Il se trouve aussi en plaquettes dures et compactes, sa composition est remarquable, à cause de sa richesse en potassium, d'après les analyses *e* et *f*, dues à Ebelmen, en l'honneur duquel j'ai nommé ce minéral.

3° *Dans les fentes de roches diverses.*

Les quelques gisements qui suivent ne se rapportent à aucun des types précédents; ils paraissent résulter de l'exagération du phénomène dont il a été question plus haut et qui donne naissance aux dendrites.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. De petites concrétions à aspect scoriacé terne, de psilomélane cobaltifère se trouvent dans les fentes du micachiste entamé (1829) par le souterrain de la place Saint-Similian à Nantes. M. Baret a cité l'abondance des concrétions du même minéral à la surface du gneiss de nombreuses localités des environs de Nantes (Vertou, le Pellerin, Mauves, etc.) (*Bull. soc. sc. nat. Ouest*. VIII, 183. 1908).

Cévennes. — *Gard*. C'est à une variété subériforme de psilomélane qu'il y a lieu de rapporter le *manganèse oxydé pseudoprismatique* d'Haüy (*op. cit.*, IV. 245), signalé déjà par Chaptal (*El. Chimie*. II. 253) à Saint-Jean-du-Gard (autrefois Saint-Jean-de-Gardonnenque). Ce minéral forme des veinules dans le granite ; il se divise en petites masses légères, très tendres, tachant les doigts, prenant sous l'influence du retrait l'aspect de prismes à 4 ou 6 faces.

Plateau Central. — *Lozère*. Lan a signalé (*A. M*. VI. 500. 1854) dans les marnes liasiques de Piéponchu à Cabanals près Meyrueis, des veinules et des rognons manganésifères à rapporter sans doute à la psilomélane.

Corrèze. Je dois à M. Puyaubert des nodules de psilomélane compacte provenant des arènes granitiques du Puy Blanc, à 15 kil. de Tulle.

Saône-et-Loire. J'ai recueilli de petites plaquettes de psilomélane compacte dans les fentes des grès triasiques et de l'argile à silex de Chevagny-les-Chevrières près Mâcon.

M. Marlot m'a communiqué des masses mamelonnées du même minéral, ne renfermant ni baryum, ni cobalt, et accompagnant l'autunite des Riaux en Saint-Symphorien-de-Marmagne. Elle est contemporaine de l'autunite.

4° *Dans la latérite.*

De même que les couches de minerai de fer en grains oligocènes, la latérite de tous les pays tropicaux renferme fréquemment à côté d'oxydes de fer concrétionnés, des rognons manganésifères, qui sont en grande partie constitués par de la psilomélane. J'ai examiné en particulier des échantillons de ce genre provenant de Faratsiho dans la partie occidentale de l'Ankaratra (*Madagascar*).

5° *Dans les roches volcaniques.*

La psilomélane se rencontre parfois comme produit de décomposition dans des roches volcaniques basiques ; elle est généralement un peu ferrifère.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Tel est le cas de concré-

tions, qui ont été trouvées il y a quelques années près du col de la Croix Morand, au Mont-Dore, où le minéral provient de la décomposition du basalte.

Guadeloupe. — La collection du Muséum possède un échantillon de labradorite de cette île, sans indication de gisement précis, qui est recouverte par de la psilomélane mamelonnée.

ASBOLITE

Amorphe.

Faciès. L'asbolite se présente avec la même apparence que la psilomélane sous forme compacte ou concrétionnée botroyde, souvent formée d'écailles concentriques parfois séparées par des intervalles dus à un retrait : je n'ai pas distingué cependant de structure cristalline.

Dureté. 2 à 2.5.

Quelques variétés se coupent au couteau en donnant une section brillante.

Densité, 3,1 à 3,3.

Coloration et éclat. Noir de suie à noir bleuâtre ou violacé. Poussière noire. Opaque.

Éclat terreux, aspect terne avec parfois éclat brillant et un peu gras à la surface des variétés concrétionnées.

Composition chimique. L'asbolite est une psilomélane très riche en cobalt ; la teneur en CoO peut atteindre jusqu'à 35 °/₀. Dans l'asbolite de la Nouvelle-Calédonie, il existe parfois une petite quantité de nickel, de cuivre, d'alcalis, etc.

Essais pyrognostiques. Comme la psilomélane, l'asbolite donne avec le borax une perle violette au feu oxydant, mais celle-ci devient bleue au feu réducteur, surtout si l'on a eu soin d'ajouter un peu d'étain (réaction du cobalt). La solution chlorhydrique de l'asbolite et de toutes les psilomélanes cobaltifères est d'un vert-émeraude, tirant sur le bleu, si la teneur en cobalt est très grande. La couleur verte résulte du mélange du bleu de la solution acide de chlorure de cobalt et du jaune verdâtre de la solution de chlorure de manganèse : l'addition d'un fragment d'étain métallique fait rapidement apparaître une belle coloration bleue.

Diagnostic. La réaction du cobalt permet de différencier l'asbolite de la psilomélane.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

L'asbolite se rencontre dans deux catégories distinctes de gisement.

1° Dans les filons cobaltifères.

2° Dans les serpentines.

1° *Dans les filons cobaltifères.*

Dans ce genre de gisement, l'asbolite est un produit de décomposition de minéraux arséniés ou sulfoarséniés de cobalt (smaltite ou cobaltite). Elle est mélangée aux produits de décomposition des autres minéraux accompagnant ces deux espèces, aussi constitue-t-elle une substance excessivement impure, souvent riche en argent.

Vosges. — [*Alsace*]. L'asbolite a été rencontrée dans les gisements cobaltifères de Sainte-Marie-aux-Mines.

Alpes. — *Isère.* La mine des Chalanches peut être considérée comme le type de ce genre de gisement d'asbolite. Ce minéral y forme des masses noires, se coupant au couteau en donnant une raclure très luisante; il est imprégné d'argent natif, d'érythrite terreuse rose et d'annabergite verte, ce qui lui a fait donner par Romé de l'Isle (*op. cit.* 350) le nom de *mine d'argent merde d'oie* ; on y trouve plus rarement le cinabre, l'amalgame, etc.

2° *Dans les serpentines.*

Nouvelle-Calédonie. — L'asbolite constitue à la Nouvelle-Calédonie un minerai de cobalt, dont il a été exporté près de 5000 tonnes dans les meilleures années; c'est environ 80 °/₀ de la production mondiale des minerais de cobalt (E. Glasser. *A. M.* V. 29, 1904).

L'origine du cobalt de ces gisements est la même que celle du nickel. L'un et l'autre résultent de la décomposition de péridotites, mais tandis que le nickel, entraîné avec le magnésium, se fixe sur les serpentines pour donner naissance à la nouméite, qui contient toujours des

traces de cobalt, le cobalt et le manganèse se concentrent dans des argiles ferrugineuses. L'asbolite résultante, toujours un peu nickelifère, forme parfois sur les roches superficielles des enduits concrétionnés à surface mamelonnée ; le plus souvent, elle constitue dans les argiles des rognons, pouvant atteindre quelques décimètres de diamètre, mais ne dépassant guère en moyenne la grosseur du poing ; elle forme aussi de petites grenailles. Sa couleur est le noir bleuâtre.

La composition chimique de cette asbolite prise en masse est très variable ; la teneur en silice existant sous forme de quartz ou d'opale est souvent considérable. Voici l'analyse d'un échantillon de minerai très pur, donnée par M. E. Glasser :

Mn^3O^4 33,62 ; Al^2O^3 14,29 ; $MgO + CaO$ 2,38 ; CoO 7,76 ; NiO 1,64 ; SiO^2 2,20 ; H^2O et matières non dosées = 29,20.

La teneur en oxyde de cobalt est en moyenne de 4 à 6 °/₀ du *minerai* sec ; elle peut atteindre 35 °/₀ du *minéral* purifié.

En 1901, il existait 35 exploitations disséminées dans toute la région serpentineuse de l'île. Voici les principales : Tiebaghi, Poume, Plateau de Tiea, îles Yandé et Pott, Baie d'Oland, Baie du Sud, Baie de Bâ près Houaïlou, île des Pins, Ounia et Yaté, Thio, Kaféate près de Koné, Ouinné, Boulari, Poro, Baie Ouié, Baie des Pirogues.

RANCIÉITE

Faciès. Ce minéral, qui est la *chaux de manganèse argentin* de Romé de l'Isle, le *manganèse oxydé argentin* d'Haüy, forme des enduits ou des masses extrêmement fragiles, constitués par des lamelles fort minces parfois groupées de façon à donner des masses fibreuses.

Densité. 3 à 3,2. Grâce à l'état lamelleux, la densité apparente est souvent très faible : quand on ouvre les géodes qui renferment le minéral, ses paillettes s'envolent parfois sous le moindre souffle.

Coloration et éclat. Violacée, brune ou noire, translucide en lames très minces et alors de couleur brune.

Les lamelles présentent parfois un éclat métallique très vif.

Composition chimique. Analyses *a*) de la ranciéite de Fillols par M. Pisani. Je donne en *b*) celle du minéral de Rancié par Berthier, bien qu'il n'y soit pas fait mention du calcium, que j'ai rencontré dans tous les échantillons de cette mine essayés qualitativement.

	a	*b*
MnO^2..............	59.75	63.6
Mn O..............	15.05	17.0
Fe^2O^3.............	»	»
CaO...............	9.20	»
MgO..............	3.95	»
K^2O+Na^2O........	0.50	»
H^2O...............	12.40	12.4
SiO^2 et argile.......	»	4.0
	100.85	97.0

Essais pyrognostiques. Voir à psilomélane.

Diagnostic. La structure et l'éclat sont caractéristiques. Le dégagement de chlore par l'acide chlorhydrique permet d'établir le diagnostic avec les variétés lamelleuses de gœthite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

La ranciéite est un minéral accessoire des gisements ferrifères et particulièrement de ceux qui se trouvent dans des calcaires; elle y forme soit des enduits à la surface des géodes de limonite, de sidérite, etc., soit de petites masses légères remplissant partiellement celles-ci.

Angers. — *Maine-et-Loire.* Je dois à M. Baret de jolis échantillons de ranciéite à reflet argentin, provenant des géodes de la limonite de Chalonnes-sur-Loire, qui se trouvent dans le calcaire des Fours à Chaux d'Angers.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines de Baigorry ont fourni jadis ce minéral en abondance ; il tapissait les géodes de la sidérite oxydée.

Ariège. — J'ai pris pour type le minéral de Rancié en Sem, près Vicdessos où il est connu depuis longtemps dans les géodes de la limonite (Picot de Lapeyrouse. *J. P.* XV. 68. 1780). On l'y trouve encore en abondance sous forme d'enduits à reflet métallique ou de masses poreuses et légères.

Pyrénées-Orientales. La ranciéite se rencontre dans les mêmes conditions dans les mines du Canigou et particulièrement dans celle de Fillols; elle y forme des masses fibrolamellaires très cristallines, rappelant les variétés subériformes de romanéchite (analyse *a*).

Vosges. — [*Alsace.*] Des enduits stalactiformes ou lamelleux de rancиéite ont été observés dans les cavités de la limonite fibreuse de Bitschweiller, ainsi qu'aux environs de Lembach et de Wissemburg.

Alpes. — *Isère*. Assez fréquente dans les divers gisements de sidérite de ce département et en particulier dans ceux des environs d'Allevard.

Algérie. — *Constantine*. La collection du Muséum renferme de beaux échantillons, à forme curieusement concrétionnée, de rancиéite provenant des mines de magnétite de Mokta-el-Hadid.

SULFATES ET CHROMATES

SULFATES ET CHROMATES ANHYDRES

MASCAGNITE

$(Az\,H^4)^2SO^4$

Orthorhombique : $mm = 121°8'$.
$b : h = 1000 : 934{,}51$. $D = 870{,}93$ $d = 491{,}38$.
[$a : b : c = 0{,}5642 : 1 : 0{,}7302$ (Mitscherlich)].

Formes observées. h^1 (100), m (110) ; e^1 (011), $e^{1/2}$ (021).

	Angles calculés		Angles calculés.
*mm	121° 8′	$e^1 e^1$ s. p	107°40′
$m h^1$	150°34′	*$e^{1/2} e^{1/2}$ s. p	68°45′

Macles. Macle suivant m (110) analogue à celle de l'aragonite.

Faciès. La mascagnite se trouve rarement en cristaux distincts ; ceux-ci sont allongés suivant l'axe vertical, souvent aplatis suivant h^1 (100) et cristallitiques. Le minéral forme plus souvent des croûtes cristallines ou stalactiformes.

Clivages. Clivage p (001) net.

Dureté. 2 à 2.5.

Densité. 1.76.

Coloration et éclat. Incolore. Parfois gris ou jaune par impureté. Transparente. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à h^1 (100). Faible dispersion $\rho < v$.

Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

$n_g = 1.5330$ Tutton (Na)
$n_m = 1.5230$
$n_p = 1.5209$
$n_g - n_p = 0{,}0121$
$2\,E = 84°6'$ $2\,V = 52°12'$

L'écartement des axes augmente avec la température.

Saveur. Saveur amère et piquante.

Composition chimique. La composition chimique suivante correspond à la formule $(AzH^4)^2SO^4$.

SO^3.......	60,6
$(AzH^4)O$.....	39,4
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un peu d'eau et se sublime sur les parois froides; chauffée dans le tube avec de la chaux, dégage de l'ammoniaque.

Très soluble dans l'eau; la solution donne la réaction de l'acide sulfurique.

Diagnostic. Les réactions dans le tube différencient la mascagnite de tous les autres sulfates naturels.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mascagnite est un minéral connu surtout dans les fumerolles volcaniques, ainsi que dans le guano, mais il se trouve aussi parmi les produits des houillères embrasées et c'est seulement dans ce genre de gisement que j'ai à l'étudier ici.

Dans les houillères embrasées.

Plateau Central. — *Allier*, *Loire*, *Aveyron*. Le sulfate d'ammonium est l'un des produits de la combustion de la houille, aussi se trouve-t-il parmi les minéraux de sublimation des houillères embrasées, dont il a été question tome II, page 768, à l'occasion du *salmiac*. Il est cependant beaucoup moins abondant que ce dernier minéral ou tout au moins il n'a pas fixé l'attention, car il ne se présente pas comme lui en beaux cristaux.

J'ai pu étudier quelques échantillons de ce minéral recueillis en 1825 à Commentry (collection du Muséum); ce sont des fragments de schistes calcinés, en partie délités, sur lesquels la mascagnite forme de petits cristaux de 1 millimètre environ et des houppes de fines aiguilles. Ces cristaux sont blancs et doivent leur opacité relative à de nombreuses cavités du genre de celles qui sont si fréquentes dans tous

les minéraux produits par sublimation. Ils sont aplatis suivant h^1 (100) et à travers cette face, il est facile de constater les propriétés caractéristiques du minéral. La mesure des angles plans de ces cristaux, qui ont une structure polysynthétique, montre qu'ils sont terminés par les faces e^1 (011) et $e^{1/2}$ (021). Cette mascagnite est associée à une petite quantité de salmiac.

THÉNARDITE

Na^2SO^4

Orthorhombique : $mm = 118°17'$.

$b : h = 1000 : 1075,1$ D $= 858,41$ $d = 512,99$.

[$a : b : c = 0,5976 : 1 : 1,2524$ (Borwald)]

Formes observées : p (001) ; m (110) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111).

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Bilma.

	Angles calculés	Angles mesurés		Angles calculés	Angles mesurés
mm	118°17′		*$pb^{1/2}$	112°17′	
pa^1	115°31′		$b^{1/2}$ $b^{1/2}$ s. m	135°26′	135°24′
a^1 a^1 sur h^1	128°59′	128°51′	pm	90°	
$b^{1/2}$ $b^{1/2}$ côté	74°49′	74°54′	$b^{1/2}$ $b^{1/2}$	123°19′	123°17′
			a^1 $b^{1/2}$	151°40′	151°38′

Macles. 1° Macle suivant a^1 (101). Les axes verticaux des deux individus font entre eux des angles de 102°2′ (fig. 5).

2° Macle suivant e^1 (011), cruciforme, dans laquelle les axes verticaux des deux individus font entre eux des angles de 102°47′ et de 79°13′. Cette macle est réalisée dans les cristaux du type II.

Faciès des cristaux. Les cristaux de thénardite se présentent dans la nature sous deux types distincts.

Type I. La forme prédominante, et existant parfois seule, est $b^{1/2}$ (111) ; c'est ce type qui est réalisé dans les gisements étudiés plus loin.

Type II. Les cristaux sont aplatis suivant *p* (001) et présentent les faces *m* (110) prédominantes.

Clivages. Clivage *p* (001) net, cassure inégale.

Dureté. 2 à 3. Fragile.

Densité. 2,68 à 2, 69.

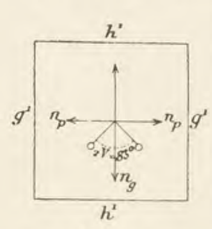


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à *p* (001).

Coloration et éclat. Incolore, blanche ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à *p* (001). Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion faible, avec $\rho > v$ dans l'huile.

	(Li)	(Na)
2 V =	83°38′	82°35′ (Bärwald)

n_m = 1.483 (Dx)

Composition chimique. La formule Na^2SO^4 correspond à la composition suivante :

SO^3........	43,7
Na^2O.......	56,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Colore la flamme en jaune intense, comme le fait le chlorure de sodium. Soluble dans l'eau : réactions de l'acide sulfurique.

Altérations. Au contact de l'air humide, s'hydrate assez rapidement.

On a rencontré des pseudomorphoses de thénardite en calcite et en quartz.

Diagnostic. Formes, propriétés optiques et réactions chimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La thénardite est surtout un minéral produit par l'évaporation des lacs salés des régions désertiques [1] ; elle ne se rencontre qu'accessoirement dans certains gisements salifères anciens et dans quelques fumerolles volcaniques à haute température.

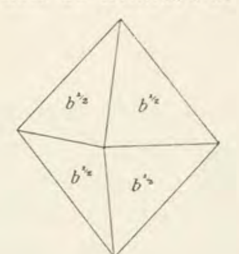
1. Le sulfate de sodium cristallise de sa dissolution aqueuse sous forme de thénardite à partir de + 33° C. et à plus basse température quand la solution contient d'autres sels.

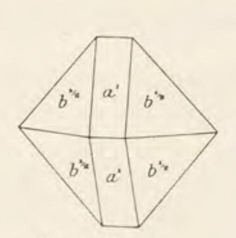
1° *Dans les lacs salés des régions désertiques.*

Sahara algérien. — Je dois à M. Flamand une poussière cristalline de thénardite provenant de Zebeïrat, dans la zone d'épandage de l'Oued Seggueur (extrême sud-Oranais).

Soudan. — Je renvoie à l'article trona (tome III, p. 787) pour l'énumération des régions soudaniennes, dans lesquelles la thénardite a été rencontrée associée à ce carbonate de sodium ; le plus souvent, en effet, elle fait partie de croûtes blanches, à cristallinité indistincte et ne mérite pas de description détaillée ; il n'en est pas de même pour les gisements suivants.

Oasis de Bilma. J'ai étudié récemment (*B.S.M.* XXXII.68.1910) de





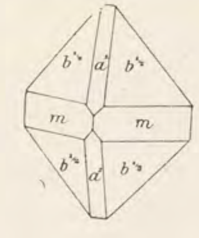


Fig. 2 à 4.
Thénardite de l'oasis de Bilma.

beaux échantillons de thénardite que le sergent Lacombe m'a rapportés des salines de Bilma ; ce sont des croûtes formées par des cristaux transparents : $b^{1/2}$ (111) (fig. 2), avec parfois (fig. 3) de petites facettes a^1 (101) et plus rarement (fig. 4) m(110). Ils sont parfois teintés de rose. Très fréquemment, tous les cristaux d'un même échantillon présentent la macle suivant a^1(101) (fig. 5). Ces cristaux peuvent atteindre 7 à 8 millimètres. Il existe aussi des croûtes constituées par des cubes de sel gemme blanc et opaque, recouverts par de petits cristaux parfaitement hyalins de thénardite. Parfois le sel gemme a été plus ou moins complètement dissous et l'on voit subsister son moulage en thénardite, qui rappelle les périmorphoses de galène ou de fluorine en quartz des filons plombifères. Lacombe m'a remis un gros cristal gris de fer, atteignant 8 cm : ses faces sont usées par le sable : il a été recueilli à la surface du sol.

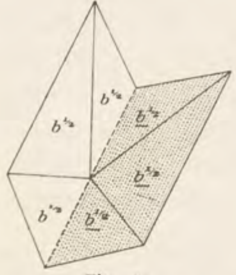


Fig. 5.
Thénardite de l'oasis de Bilma. Projection sur g^1 (010) de la macle suivant a^1 (101).

Demagherim et Manga occidental. Parmi les échantillons recueillis par le commandant Moll, entre le lac Tchad et Zinder, j'ai trouvé de beaux échantillons de thénardite. Ils consistent en cristaux $b^{1/2}$ (111) enchevêtrés, mais s'isolant en individus distincts dans des géodes ; ils proviennent d'Ouacha (*Demagherim*), de Gourselick et d'Adeber (*Manga*).

2° *Dans les fumerolles volcaniques.*

Antilles. — *Martinique.* Après refroidissement, la métathénardite décrite plus loin s'est transformée en thénardite et c'est sous cette forme que se présentent actuellement les enduits mamelonnés que j'ai déposés dans la collection du Muséum.

MÉTATHÉNARDITE

La thénardite est la forme du sulfate de sodium stable au-dessous de + 200° C. environ ; au-dessus de cette température, le minéral subit un ou plusieurs changements d'état. Vers 235° C. environ notamment, il se transforme en agrégats de grains beaucoup moins biréfringents, uniaxes ou biaxes à axes rapprochés et optiquement négatifs. Cette forme est celle qui se produit par solidification du sulfate de sodium fondu [1]. Ce changement d'état est reversible et la forme métastable peut subsister pendant quelque temps avant de se transformer définitivement en thénardite ; je propose de la désigner sous le nom de *métathénardite*, car je l'ai rencontrée dans la nature en étudiant sur place les matériaux de fumerolles de la Montagne Pelée, avant leur refroidissement définitif. C'est cette forme qui se produit évidemment toujours dans les fumerolles volcaniques à haute température où cristallise le sulfate de sodium, mais elle n'y avait pas été encore observée [2].

1. Cette modification a été pour la première fois constatée par M. O. Mügge. D'après M. Wyrouboff, il se produirait d'abord vers 230° C. une forme orthorhombique, pseudohexagonale, qu'il compare à celle du sulfate de potassium (*B. S. M.* XXII. 311, 1890). A une température plus élevée, il se produirait une forme rigoureusement hexagonale. Il admet en outre, entre 200° et 230°, l'existence d'une forme monoclinique très biréfringente. Les recherches thermiques de Hüttner, de Tammann, etc., ne mettent en évidence que le changement voisin de + 235° C.

2. A. Scacchi a signalé le sulfate de sodium dans les fumerolles de l'éruption de 1865 au Vésuve, mais ce qu'il a désigné sous le nom de *pyrotechnite* n'est autre chose que la thénardite produite par cristallisation d'une dissolution aqueuse du sel naturel.

Martinique. — J'ai donné le nom de fumerolles secondaires (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 389, 1904) à des fumerolles qui s'élevaient de l'accumulation de roches à haute température, transportées par les nuées ardentes de l'éruption de 1902-1903. A l'orifice de l'une d'elles, possédant une température comprise entre 500° et 590°C., j'ai rencontré (*B. S. M.* XXVIII, 60, 1905) des enduits mamelonnés présentant la composition suivante, d'après une analyse qu'en a faite M. Arsandaux.

SO^3	57,1
Na^2O	26,6
K^2O	6,7
MgO	4,4
CaO	1,9
Al^2O^3	1,9
Na Cl	1,4
	100,0

On voit que ces enduits sont essentiellement constitués par du sulfate de sodium. Quand je les ai retirés de la fumerolle, ils étaient incolores, transparents, parfois teintés de vert clair. Par refroidissement, ils sont devenus opalescents, sans perdre entièrement leur transparence. Ils étaient alors peu biréfringents, *optiquement négatifs*, uniaxes ou biaxes à deux axes très rapprochés, l'axe optique unique ou la bissectrice aiguë étant perpendiculaires à la surface des mamelons ; ils étaient donc constitués par de la *métathénardite*.

Au bout de quelques jours, le minéral a commencé à blanchir, en se transformant en individus diversement orientés de thénardite, plus biréfringente, biaxe et *optiquement positive* ; ce sont les propriétés que possèdent actuellement mes échantillons.

GLAUBÉRITE

Na^2SO^4, $CaSO^4$

Monoclinique : $mm = 83°2'$.

$b : h = 1000 : 699,13$. D = 633,94. d = 773,41.

[$a : b : c = 1,21998 : 1 : 1,02749$. (Zepharovich)
$zx = 67°49'7''$]

Formes observées: p (001); h^1 (100), m (110); $d^{1/2}$ (111), $b^{3/2}$ ($\bar{1}$13).

Les angles mesurés ont été obtenus par Dufrénoy (D) ou par moi-même sur les cristaux de Vic.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	83° 2′	83°15′ (D)	$d^{1/2}d^{1/2}$ av.	116°18′	116°30′
*mh^1	131°31′	83°20′	$b^{3/2}b^{3/2}$ av.	142°24′	
$pd^{1/2}$	136°58′	136°45′ (D)			
*pm	104°29′30″	104° 5′ (D)			
*$md^{1/2}$	147°31′15″	147°26′ (D) 148°			
$pb^{3/4}$	155°21′	155°10′			

Faciès des cristaux. Les cristaux de glaubérite présentent un petit nombre de formes : p, m, h^1, $d^{1/2}$ sont les principales: les cristaux diffèrent d'aspect suivant que la base est très développée (fig. 1) ou qu'au contraire, les faces $d^{1/2}$ (111) sont prédominantes (fig. 2). Le minéral forme aussi des masses cristallines clivables. Les faces $d^{1/2}$ portent des stries parallèles à leur intersection avec p.

Clivages. Clivage parfait suivant p (001). Cassure conchoïdale.

Dureté. 2, 5 à 3. Fragile.

Densité. 2, 7 à 2,85.

Coloration et éclat. Incolore, jaunâtre, grise et souvent rouge-brique. Poussière incolore ou rouge. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux sur les lames de clivage, gras dans la cassure.

Inclusions. La glaubérite rouge est colorée par des inclusions d'argile ferrugineuse. Dans celle de Varangéville, j'ai constaté que ces inclusions sont disposées en traînées irrégulières en forme de coup de fouet.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (001) de 0° à 100°. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant avec l'axe vertical, dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100), un angle de :

rayons rouges.....	31° 3′
rayons jaunes.....	30°46′
rayons bleus......	30°10′

Le clivage facile p (001) est donc, à quelques degrés près [8°35(Na)], perpendiculaire à la bissectrice aiguë. La dispersion est horizontale, avec $\rho > v$.

L'angle des axes et la position du plan des axes optiques varient

avec la température. Ces variations ont été étudiées notamment par Des Cloizeaux et par Laspeyres.

	Li	Na	Th	bleu	
à 50°C. 2E =	16°6′	14°8′	11°42′	8,51	(Laspeyres)

2E = 0° à des températures variant suivant la longueur d'onde et qui sont les suivantes :

58°C. 46°C. 36°C. 18° C.

Les axes s'ouvrent ensuite dans un plan parallèle à g^1 (010), puis les angles continuent à s'accroître.

A 85° C., l'écartement des axes est le suivant avec dispersion inclinée et $\rho < v$.

10° 47′ 13°14′ 15°15 ′17° 7′

Saveur. Saveur un peu salée.

Composition chimique. La formule Na^2SO^4, $CaSO^4$ correspond à la composition donnée en *a*.

b) Analyse de la glaubérite de Varangéville par M. Pisani (*C. R.* LI. 731. 1860).

	a	*b*
Na^2SO^4......	51,1	50,50
$CaSO^4$.......	48,9	48,78
argile........	»	0,40
	100,0	99,68

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite, blanchit, puis fond facilement en un émail blanc (qui cristallise par refroidissement), avec coloration de la flamme en jaune intense.

Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Dans l'eau, devient opaque, puis se dissout avec résidu de sulfate de calcium, facile à faire disparaître dans un excès de dissolvant.

Altérations. Par exposition à l'air humide, la glaubérite se décompose, se brise et du gypse cristallise. A Varangéville, la glaubérite renferme souvent des ponctuations de calcite secondaire.

On connaît des pseudomorphoses en calcite, en quartz.

Diagnostic. Les formes cristallines sont très caractéristiques de la glaubérite. En l'absence de cristaux déterminables, le minéral peut être confondu au premier abord avec l'anhydrite ou la polyhalite qui

l'accompagnent et qui ont souvent la même couleur due aux mêmes impuretés. La décomposition par l'eau et l'existence d'un clivage unique, presque perpendiculaire à la bissectrice aiguë, négative, établissent un facile diagnostic avec l'anhydrite. Les propriétés optiques de ce clivage sont également très propres à faire distinguer la glaubérite de la polyhalite, qui, en outre, donne de l'eau dans le tube et présente les réactions du magnésium et du potassium au lieu de celles du sodium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La glaubérite est un minéral des gisements salifères lagunaires et des lacs salés ; dans les premiers, elle est généralement associée à l'anhydrite et à la polyhalite, parfois à divers autres sulfates.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les salines de Varangéville (voir tome II, p. 760) renferment de la glaubérite rouge, associée à la polyhalite de la même couleur ; ce dernier minéral est compact ou finement grenu et grâce à sa structure, se distingue bien de la glaubérite en grandes lames qu'il englobe ; (analyse *b*).

La glaubérite se trouve encore dans une ancienne galerie située au-dessus de celle aujourd'hui exploitée ; elle forme des filonnets irréguliers au milieu du sel gemme et n'est pas disposée suivant la stratification des couches de celui-ci. Dans les échantillons que j'ai recueillis, la glaubérite constitue des masses à larges clivages qui, sur leur périphérie, se transforment en masses caverneuses de gypse rouge cristallitique ; je n'ai trouvé que fort peu de petits cristaux, dans lesquels des faces $d^{1/2}$ et p sont seules distinctes.

Quelques échantillons de glaubérite renferment des cristaux bipyramidés parfaitement transparents de quartz.

[*Lorraine*]. La glaubérite est abondante dans les bancs de sel les moins purs de Vic (voir tome II, p. 761) ; elle y forme des veinules et des amas, qui ont même été exploités autrefois pour l'extraction du sulfate de sodium. Elle y a été désignée pendant longtemps sous le nom de polyhalite (Berthier. *A. M.* X. 261. 1825). Dufrénoy a décrit des cristaux représentés par la figure 1 ; il y a signalé des clivages difficiles suivant $d^{1/2}$ (111) (*Ann. sc. nat.* XIII. 444. 1828).

La polyhalite de Vic est grise ou plus souvent rouge. J'ai examiné un fort beau cristal (1 cm. 5) de ce gisement : il est jaune dans ses

parties translucides et rouge çà et là, par suite de l'existence d'inclusions ferrugineuses ; il présente la combinaison $d^{1/2}\, p\, m\, h^1$ et $b^{3/2}$; la fig. 2 en donne la forme théorique et la fig. 3 la forme réelle.

La collection du Muséum possède des échantillons de sel gemme de Dieuze englobant des masses de glaubérite, avec de gros cris-

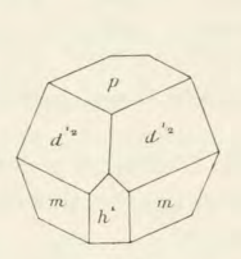
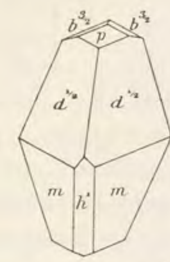


Fig. 1.
Glaubérite de Vic.



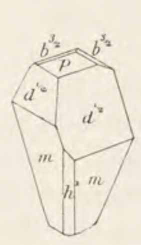


Fig. 2 et 3.
Glaubérite de Dieuze.

taux distincts ; ils sont représentés par la figure 2 ; leur caractéristique réside dans un grand allongement suivant une arête $d^{1/2}\ d^{1/2}$, parallèlement à laquelle ils sont prismatiques, ils sont groupés en grand nombre à axes parallèles et n'ont de distinctes que les faces $d^{1/2}$.

ANHYDRITE

Ca SO⁴

Orthorhombique : $mm = 96°27'$.

$b : h : 1000 : 746{,}38$. D = 745,80. d = 666,20.

[$a : b : c = 0{,}89325 : 1 : 1{,}0008$ (Hessenberg.)]

Formes observées. p (001) ; h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130), g^5 (230) ; $e^{3/2}$ (023), $e^{4/3}$ (034), e^1 (011).

Macles. 1° Macle suivant e^2 (012), dans laquelle $g^1\ \underline{g^1} = 126°50'$.

2° Macle suivant a^1 (101), parfois binaire et macroscopique, plus souvent polysynthétique et seulement microscopique (voir page 43, fig. 5). Cette macle peut être obtenue artificiellement par l'action de la chaleur ou de la pression ; ce qui explique sa fréquence dans les gisements des régions plissées.

La trace de ces deux macles se manifeste dans les solides de clivages par des stries parallèles à la diagonale de deux clivages.

Les angles suivants ont été mesurés par Marignac (M.) sur des cristaux de Dieuze et par moi (Lx) sur des cristaux de Saint-Pandelon;

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.	
mm	96° 27′		pa^1	131° 45′		
mh^1	138° 14′		pe^2	153° 25′		
mg^1	131° 46′		$pe^{3/2}$	146° 20′	146°	(Lx)
$g^5 h^1$	126° 44′	126° 48′ (M)	$pe^{4/3}$	143° 10′	143°	(Lx)
$g^2 h^1$	120° 27	110° 33′ (M)	pe^1	134° 59′	134° 50′	(Lx)

Faciès. Les cristaux d'anhydrite à formes distinctes [1] sont peu communs et appartiennent à deux types.

Type I. Les trois plans dominants sont p (001), h^1 (100) et g^1 (010); ils sont parfois aplatis suivant l'un ou l'autre d'entre eux (fig. 3, 4 et 6) ; c'est ce type qui existe dans les gisements français.

Type II. Les cristaux, allongés suivant l'axe b, sont constitués par des orthodômes [en particulier a^1 (101)] et par e^1 (011) ; ils ont la forme de certains cristaux de barytine (fig. 8, p. 52).

Le plus souvent, l'anhydrite forme des masses clivables, lamellaires, plus ou moins grenues, qui sont quelquefois taillées et utilisées pour la statuaire (voir p. 44). Il existe aussi des variétés fibreuses, dont les fibres sont allongées parallèlement à l'arête pg^1.



Fig. 1.
Anhydrite dite *Pierre de tripes*.
(*Photographie réduite de moitié.*)

La *pierre de tripes* est constituée par des lits d'anhydrite engagés dans de la marne et plissés par une pression latérale (fig. 1).

Clivages. Clivages faciles dans trois directions rectangulaires; parfait suivant p (001), moins parfait suivant g^1 (010), facile suivant h^1 (100). Cassure inégale.

Plans de séparation suivant a^1 (101) dus à des macles microscopiques (Arnave).

1. L'orientation admise ici est celle d'Hessenberg, von Lang, Dana. Voici la correspondance avec la forme admise par certains auteurs.

Lx		Miller		Schrauf
p (001)	=	g^1 (010)	=	g^1 (010)
h^1 (100)	=	h^1 (100)	=	p (001)
g^1 (010)	=	p (001)	=	h^1 (100)
a^1 (101)	=	m (110)	=	e^1 (011)

Dureté. 3, à 3,5.

Densité. 2,899 à 2,985.

Coloration et éclat. Blanche, grise, blanc rougeâtre ou violacée ; rouge-brique par suite d'inclusions ferrugineuses. Les variétés de couleur claire sont toujours beaucoup plus teintées quand on les observe dans leur gisement originel, alors qu'elles sont imprégnées d'eau de carrière (Arnave, *Ariège*). Poussière d'un blanc grisâtre. Transparente ou plus souvent translucide ; opaque quand la proportion d'inclusions est très grande.

Éclat variable suivant les directions ; nacré suivant p (001), surtout si le minéral a été préalablement clivé par chauffage, gras suivant h^1 (100), vitreux suivant g^1 (010). Dans les variétés finement grenues, l'éclat est moyen entre ces trois types, c'est-à-dire vitreux et un peu nacré.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n_g}$), perpendiculaire à h^1 (100).

$$\mathbf{n_g} = 1,6138 \quad \text{(Na) (Zimanyi)}$$
$$\mathbf{n_m} = 1,5757$$
$$\mathbf{n_p} = 1,5700$$
$$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0,0438 \qquad 2E = 71°39' \qquad 2V = 43°37'$$

Les macles sont surtout visibles grâce aux propriétés optiques ; quand elles sont polysynthétiques, elles rappellent la combinaison des macles de l'albite et de la péricline des plagioclases (fig. 5).

Pléochroïsme. Les variétés violettes sont pléochroïques sous une épaisseur de quelques millimètres, avec $\mathbf{n_g} = \mathbf{n_p} > \mathbf{n_m}$

$\mathbf{n_g}$ et $\mathbf{n_p}$ = violet
$\mathbf{n_m}$ = incolore

Inclusions. En outre des inclusions ferrugineuses et argileuses, qui colorent souvent le minéral (particulièrement en rouge), l'anhydrite renferme parfois des inclusions liquides (eau et anhydride carbonique d'après M. G. Spezzia).

Composition chimique. La formule $CaSO^4$ correspond à la composition suivante :

SO^3........	58,8
CaO........	41,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en colorant la flamme en jaune rougeâtre et en donnant un émail blanc, à réaction alcaline. Sur le charbon, est réduite en sulfure ; avec le carbonate de sodium, donne une masse fournissant les réactions des sulfures (noircissant l'argent), mais non absorbée par le charbon comme dans le cas de la barytine.

Soluble dans l'acide chlorhydrique ; faiblement soluble dans l'eau (0,2 par 100 parties d'eau à 18°C.).

Altérations. L'anhydrite absorbe facilement l'humidité de l'air et se transforme en gypse ; l'altération est assez rapide ; j'ai vu à Arnave des murs en pierres sèches (construits avec des blocs d'anhydrite), destinés à soutenir les remblais d'une carrière de gypse, se transformer d'une année à l'autre. L'épigénie se produit par la périphérie des cristaux élémentaires qui constituent la roche grenue, puis chemine le long de leurs clivages : le gypse est dissous par les eaux de pluie au fur et à mesure de sa production, de telle sorte que les blocs d'anhydrite prennent un aspect des plus caractéristiques ; de petits fragments rectangulaires apparaissent en relief sur les parties exposées à l'air. L'examen microscopique de semblables échantillons en voie de transformation, mais non délavés par l'eau de pluie, montre que les fragments d'anhydrite intacte sont disséminés dans une masse fibrolamellaire de gypse, et sont sans relations d'orientation géométrique avec ce dernier minéral.

La transformation de l'anhydrite en gypse se fait avec grande augmentation de volume (1 vol. anhydrite fournit 1 vol. 623 de gypse).

On connaît des pseudomorphoses d'anhydrite en quartz, en sidérite, etc.

Diagnostic. Les trois clivages rectangulaires et la haute biréfringence sont caractéristiques de l'anhydrite ; ses variétés compactes se distinguent du gypse par leur dureté, leur densité, et par l'absence de dégagement d'eau dans le tube. L'anhydrite se différencie aisément des autres sulfates anhydres par sa densité plus faible, par ses clivages, et par sa biréfringence élevée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'anhydrite se trouve principalement dans deux catégories de gisement, dont la première est de beaucoup la plus fréquente :

1° Dans les formations gypseuses et salifères.
2° Dans les filons métallifères.

1° *Dans les formations gypseuses et salifères.*

Le véritable gisement de l'anhydrite consiste dans les formations lagunaires. Le sulfate de calcium y résulte de l'évaporation de l'eau de mer. Les travaux de Van't Hoff ont mis en évidence la forme (anhydrite ou gypse) sous laquelle ce sel se dépose d'une solution aqueuse suivant la température et la nature des produits solubles qui l'accompagnent. Dans les conditions naturelles, c'est cette dernière condition qui a dû avoir une influence prépondérante. En présence de chlorures, l'anhydrite se forme à partir de + 25° C. Cela explique son abondance dans un grand nombre de gisements gypseux, dans lesquels le gypse n'est qu'un produit d'hydratation, renfermant encore çà et là des rognons isolés du minéral anhydre.

a) *Trias.*

Je ne citerai qu'un certain nombre de gisements dans lesquels abonde l'anhydrite, mais presque tous ceux cités plus loin dans la description du gypse en contiennent peu ou prou.

Pyrénées. — Dans les Pyrénées et la région subpyrénéenne, l'anhydrite est fréquente au milieu des gisements gypseux, associés aux ophites et qui sont, au moins en partie, sinon en totalité, à rapporter au trias [1]. Dans plusieurs d'entre eux, l'anhydrite a subi les mêmes transformations que les calcaires voisins et par suite renferme les mêmes minéraux métamorphiques.

Landes. L'anhydrite abonde dans les salines de Dax et de Saint-Pandelon ; elle y forme dans l'argile des nodules qui, après dissolution du sel gemme ou disparition de l'argile, se présentent avec une structure cloisonnée, due à l'enchevêtrement de cristaux rectangulaires, aplatis suivant h^1 (100), ne laissant voir d'autres faces que p, h^1, g^1. Ils ne sont que rarement incolores et transparents ; leur cou-

1. Dans ceux des gisements renfermant des cristaux de quartz bipyramidés, ceux-ci contiennent souvent des inclusions de cristaux microscopiques d'anhydrite (Beaugey, *B. S. M.* XII, 396, 1889).

leur la plus habituelle est le rouge-brique foncé ; ils sont alors opaques. Cette anhydrite est associée à des cristaux bipyramidés de quartz ayant la même couleur.

Dans un échantillon de marnes verdâtres (Saint-Pandelon), traversé par des veinules de quartz, j'ai observé une géode tapissée de jolis cristaux incolores et limpides d'anhydrite. Ils sont aplatis suivant h^1 (à faces ternes) et sont bordés par des facettes brillantes en redan, parmi lesquelles p (001) et g^1 (010) dominent, avec des dômes e^1 (011) et $e^{3/2}$ (023), oscillant vers $e^{4/3}$ (034) ; ces dômes sont rarement com-

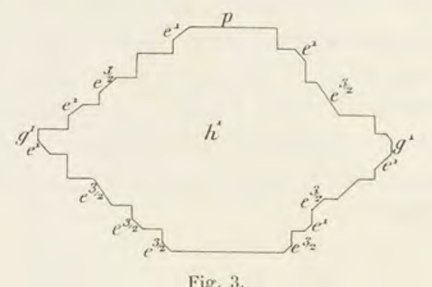


Fig. 3.
Anhydrite de Saint-Pandelon. (Projection sur h^1.)

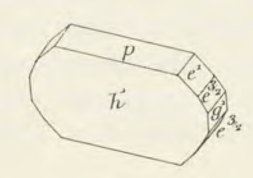


Fig. 4.
Anhydrite de Saint-Pandelon

plets. La fig. 3 est la projection sur h^1 d'un de ces cristaux ; la fig. 4 représente un cristal plus régulier, un peu allongé suivant l'axe b. Une autre variété d'anhydrite est finement grenue, soit incolore et associée à des cristaux de giobertite, soit rouge et mélangée à de la polyhalite.

Basses-Pyrénées. Le gisement gypseux de Pontacq renferme une anhydrite lamellaire, d'un blanc violacé identique au type moyen de l'anhydrite d'Arnave, dont il va être question plus loin.

Haute-Garonne. L'anhydrite est assez abondante en petites masses ou en grains irréguliers dans le sel gemme métamorphique de Salies du Salat (voir tome II, page 759) ; elle y est associée à de la dolomite, de la phlogopite, de la pyrite, de la tourmaline, etc.

Ariège. Parmi les gisements gypseux de l'Ariège, celui d'Arnave mérite une mention spéciale pour la très belle anhydrite qu'il contient et qui renferme par place les mêmes minéraux métamorphiques que le gypse, notamment la tourmaline brune, les amphiboles, la phlogopite, la leuchtenbergite, la pyrite, etc. Le type moyen de l'anhydrite d'Arnave est à gros grains ; dans la carrière, la couleur du minéral est

d'un violet magnifique et rien n'est élégant comme ses blocs translucides lorsqu'ils sont humides ; le minéralogiste a une déception, quand il constate qu'au bout de quelques jours sa récolte a perdu en partie sa translucidité et presque toute sa couleur.

J'ai recueilli dans ce gisement un bloc de la grosseur de la tête formé par des masses clivables d'anhydrite mesurant parfois plus de 6 centimètres suivant une arête de clivage. Au milieu de cette anhydrite à grands éléments se trouvent quelques macles binaires suivant a^1 (101), dont la fig. 5 donne la projection sur g^1. On voit que le plan de macle est net ; les clivages p des deux individus maclés font entre eux un angle de 96°30′, l'angle de $p\ a^1$ étant de 136°45′. Quand on fait briller devant une lumière une lame de clivage de chacun des composants de la macle, on voit deux séries de bandelettes hémitropes, les unes parallèles au plan de la macle binaire a^1, l'autre à une seconde face a^1. L'examen en lumière polarisée permet d'étudier l'orientation des divers éléments de ces macles complexes. Autant la macle binaire suivant a^1 (101) est rare dans ce gisement, autant est commune cette macle polysynthétique suivant deux faces a^1 distinctes, donnant en lames minces des bandelettes entrecroisées, qui rappellent l'association des macles de l'albite et de la péricline dans les plagioclases et ne se traduisent que par des stries sur le clivage g^1 (010) et des plans de séparation parallèles à a^1 (101). Il est intéressant de trouver réunies ces deux modalités de la même macle.

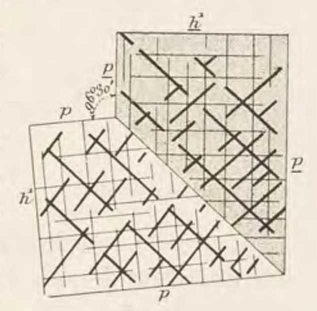


Fig. 5.
Anhydrite d'Arnave. Macle suivant a^1 de deux cristaux présentant des bandes hémitropes suivant la même loi.

L'anhydrite se rencontre aussi dans le gypse d'Arignac.

Cévennes. — *Gard*. De l'anhydrite lamellaire a été rencontrée dans le gypse de Saint-Bonnet de Salindrenque, à la Porte du Pas et au Mas-Neuf, près Anduze, au Mazet en Monoblet, etc.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Dans les salines de Varangéville, l'anhydrite existe en petite quantité, associée à la glaubérite et à la polyhalite. Comme ces minéraux, elle est fréquemment souillée par des inclusions d'argile rouge, mais elle est souvent de couleur plus claire qu'eux.

[*Lorraine*]. Les salines de Dieuze, Vic, Moyenvic, etc. renferment l'anhydrite sous la même forme et avec les mêmes associations qu'à Varangéville. Je n'ai vu que des masses clivables provenant de ces gisements, mais, d'après une note manuscrite de Marignac, que je dois à Des Cloizeaux, le savant genevois avait observé sur des cristaux de Dieuze les prismes g^2 (130) et g^5 (230) ; je n'ai pu trouver de renseignements plus précis sur ce sujet. Des bancs assez épais d'anhydrite ont été traversés par les sondages de Rémilly et de Salzbronn.

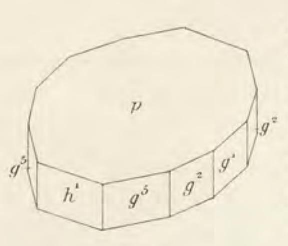


Fig. 6.
Anhydrite de Dieuze.

Vosges. — *Haute-Saône*. Le tunnel de Genevreuille traverse une masse d'anhydrite finement grenue, dont l'hydratation détermine de continuelles détériorations de la ligne du chemin de fer.

Jura. —*Jura*. L'anhydrite compacte ou saccharoïde blanche, grise, jaunâtre, rose ou rougeâtre, abonde en rognons et en nids dans les gypses triasiques de Laffenet, Pimont, Grozon, Villette, Saint-Lothain ; d'après Ogérien (*Hist. nat. du Jura*. 299. 1865), plusieurs des statues de l'église gothique de Brou, à Bourg-en-Bresse (*Ain*) sont faites avec l'anhydrite de ce dernier gisement.

Alpes.— *Isère*. Champ, Vizille, Cognet près Lamure, Saint-Firmin.
Savoie. L'anhydrite abonde dans le gypse triasique de la Maurienne (Saint-Jean-de-Maurienne, région de Modane). De magnifiques masses lamellaires translucides ont été rencontrées jadis lors du percement du tunnel du Mont-Cenis. L'anhydrite n'est pas moins abondante dans les gisements de la Tarentaise (environs de Moutiers, les Allues), de Bourg-Saint-Maurice, du tunnel de la Volta près Saint-Marcel, du tunnel du Galibier ; au glacier de Gebroulaz, elle est accompagnée de soufre, dolomite, giobertite, sellaïte, etc. On verra plus loin qu'à Pesey, l'anhydrite se trouve aussi dans un filon de galène.

Dans ce dernier gisement, de même qu'à Salins, près Moutiers, se rencontre de l'anhydrite ayant conservé ses trois clivages rectangulaires mais devenue tendre, blanche et opaque. L'examen microscopique fait voir que le minéral est entièrement transformé en gypse grenu, sans orientation géométrique avec le sulfate anhydre.

Basses-Alpes. Environs de Digne, etc.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Dans les gisements gypseux du keuper des environs d'Aix.

Algérie. — Les gisements gypseux de l'Algérie rapportés au trias renferment en abondance de l'anhydrite qui, de même que dans les Pyrénées, est parfois métamorphisée par des ophites et renferme des minéraux cristallisés, aussi bien que le gypse, qui provient de son hydratation. J'ai examiné de beaux échantillons d'anhydrite laminaire des gisements suivants ; ils m'ont été communiqués par M. Flamand et M. L. Gentil.

Oran. La Tafna, Oued Malah, Noisy-les-Bains.

Alger. Aïn-Nouissy, Dublineau, Hammam Melouane près Rovigo ; environs de Medéah ; région de Teniet-el-Haad (Camp des Scorpions) : le rocher de sel de Djelfa. La collection de l'École des Mines renferme un échantillon d'anhydrite plissée (*pierre de tripes*) de ce dernier gisement, qui est identique à celui représenté par la fig. 1.

Constantine. M. Blayac m'a signalé l'anhydrite dans le trias gypseux et salifère à Sedrata, à El Outaia près Biskra.

b) *Assises tertiaires*.

Autant l'anhydrite est fréquente dans les gisements français de gypse triasique, autant elle est rare dans ceux de la période tertiaire.

Bassin de Paris. — *Seine-et-Marne*. Je n'ai rencontré l'anhydrite (secondaire) qu'à l'état d'élément microscopique, en inclusions dans le gypse en grandes lames blanches et opaques de Thorigny près Lagny (*Seine-et-Marne*). Elle y forme de petites plages à contours déchiquetés.

2° *Dans les filons métallifères*.

Alpes. — *Savoie*. L'anhydrite n'existe que rarement dans les filons métallifères. Dans la mine de Pesey, elle constitue l'une des gangues de la galène ; on l'y a rencontrée en masses laminaires rosées et translucides, donnant des clivages de plusieurs centimètres d'arête ; ils peuvent à ce point de vue être comparés à ceux d'Arnave. Cette anhydrite est non seulement associée à la galène, mais au quartz, à la pyrite, à l'argyrite, etc.

3° *Dans les produits d'évaporation de chaudières.*

Les chaudières alimentées par des eaux séléniteuses renferment des concrétions fibreuses d'anhydrite. J'ai observé des échantillons de ce genre dans un grand nombre de localités (Romanèche, *Saône-et-Loire*, etc.) ; ils sont parfois couverts de facettes cristallines [machines d'épuisement des carrières d'ardoises de Trélazé (*Maine-et-Loire*)][1].

Cette formation s'explique par les expériences de Van't Hoff, qui a montré que l'évaporation d'une solution de sulfate de calcium donne du gypse à basse température et de l'anhydrite au-dessus de $+60°$ C.

GROUPE DE LA BARYTINE

Ce groupe comprend les minéraux suivants, qui sont orthorhombiques et isomorphes.

Barytine	$BaSO^4$
Célestite	$SrSO^4$
Anglésite	$PbSO^4$
* *Hydrocyanite* .	$CaSO^4$

La barytocélestite est un type intermédiaire entre la barytine et la célestite. L'hydrocyanite n'est connue que parmi les produits de fumerolles du Vésuve.

Les trois premiers de ces minéraux sont caractérisés par l'existence de clivages[2] suivant p et m, qui sont parfaits dans la barytine et la

1. M. Stan. Meunier a décrit (*Naturaliste*, XVII. 245.1895), des croûtes de ce genre provenant d'une chaudière des carrières à pavés des Maréchaux près Cernay-la-Ville (*Seine-et-Oise*).

2. Ces clivages ont été choisis pour représenter la forme primitive. Beaucoup de minéralogistes allemands ont choisi une forme primitive différente, dont voici la correspondance avec celle adoptée ici :

Lx				Lx		
p (001)	=	g^1 (010)				
h^1 (100)	=	h^1 (100)		a^2 (102)	=	g^2 (120)
g^1 (010)	=	p (001)		e^1 (011)	=	e^1 (011)
m (110)	=	a^1 (101)		$b^{1/2}$ (111)	=	$b^{1/2}$ (111)

célestite, seulement distincts dans l'anglésite ; en dehors de leurs autres caractères, ces trois minéraux peuvent se distinguer les uns des autres par leur densité.

BARYTINE

$BaSO^4$

Orthorhombique : $mm = 101^\circ 40'$.

$b : h = 1000 : 1017,742$. $D = 775,312$. $d = 631,578$.

$[a : b : c : 0,81461 : 1 : 1.31269]$.

Formes observées : p (001) ; h^1 (100), g^1 (010), m (110), h^5 (320), h^3 (210), g^5 (230), g^3 (120), g^2 (130), $g^{13/7}$ (3.10.0) ;

$^\star a^{50}$ (1.0.50), $^\star a^{20}$ (1.0.20), a^8 (108), a^6 (106), a^4 (104), a^3 (103), $a^{20/7}$ (7.0.20), $a^{8/3}$ (308), $a^{5/2}$ (205), a^2 (102), $a^{8/5}$ (508), $a^{6/5}$ (506), a^1 (101), $a^{2/3}$ (302), $^\star a^{5/9}$ (905), $a^{2/5}$ (502), $a^{1/2}$ (201) ;

e^1 (011) ;

b^5 (1.1.10), $b^{9/2}$ (119), b^4 (118), b^3 (116), $b^{5/2}$ (115), b^2 (114), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{3/4}$ (223), $b^{1/2}$ (111) ;

$\delta = (b^{1/3}\ b^{1/5}\ h^{1/4}$ (414) ; $\omega = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ h^{1/3})$ (313) ; $j = (b^{1/5}\ b^{1/7}\ h^{1/6})$ (616) ;

$y = (b^1\ b^{1/3}\ g^{1/2})$ (122), $X = (b^{1/21}\ b^{1/23}\ g^{1/22})$ (1.22.22) (?) ;

$\mu = (b^1 b^{1/2}\ g^{1/3})$ (136) ;

$\Phi = (b^{1/4}\ b^{1/2}\ g^1)$ (131), $D = (b^1\ b^{1/3}\ g^{1/16})$ (1.2.16) ;

$e_{13/7} = (b^{1/7} b^{1/13} g^{1/7})$ (3.10.7), $e_2 = (b^1 b^{1/2}\ g^1)$ (132), $e_{27/13} = (b^{1/13} b^{1/27}\ g^{1/13})$ (7.20.13) ;

Macles. Les macles de la barytine sont presque toutes polysynthétiques et observables d'ordinaire seulement sur les malasses minaires.



Fig. 1.
Clivage p (001) de barytine montrant les stries de la macle suivant $a^{1/6}$ (601).

1° Macle suivant m (110), donnant sur p (001) des stries parallèles à une arête pm, tout à fait analogues à celles des plagioclases.

2° Macles polysynthétiques suivant $a^{1/6}$ (601) donnant des stries à la fois sur p (001) (parallèles à la grande diagonale de la face) (fig. 1)

et sur m (110) ; ces dernières font avec l'axe vertical un angle d'environ 19°.

Dans le gisement du Var, décrit page 67, les bandes hémitropes de cette macle sont très irrégulières (fig. 26) ; elles sont accompagnées de plans de séparation.

3° Macle polysynthétique suivant e^1 (011) produisant de fines stries sur p (001) (parallèles à la petite diagonale de la base) et sur m (110) ; ces dernières font un angle de 45° avec l'axe vertical.

Ces macles sont produites par actions mécaniques. J'ai donné autre-



Fig. 2.
Barytine crêtée sur quartz.

fois le nom de *michel-lévyte* à un minéral de Templeton (Canada), qui n'est qu'une barytine présentant la macle suivant m extrêmement répétée et devant à cette propriété un éclat nacré des plus vifs, qui m'avait paru alors monoclinique.

4° On verra page 88 la description de groupements à axes rectangulaires qui, s'ils constituent de véritables macles, peuvent être considérés comme se produisant suivant le prisme g^{10} (9.11.0) ($h^1 g^{10} =$ 44°52′ angle des normales).

Enfin, il existe de fréquents groupements de barytine soumis à une certaine régularité, sans être pour cela de véritables macles ; ce

sont ceux qui constituent la barytine crêtée. Un grand nombre de cristaux, aplatis suivant p (001), sont réunis à la façon des feuillets d'un livre entr'ouvert, l'axe b étant commun à tous ces cristaux, auxquels il sert en quelque sorte de charnière.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Fenyès (F) sur les cristaux de Pesey, et par M. Gonnard (G), sur ceux de la Limagne, par M. Ungemach (U) sur ceux de diverses localités signalées plus loin, et enfin par moi-même (Lx) sur ceux de plusieurs gisements français. Je ne donne que les angles des formes les moins communes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*m\,m$	101°40′	
$m\,g^1$	129°10′	
$m\,h^1$	140°50′	
$h^1\,g^1$	90°	
$m\,h^5$	169°20′	169°20′ (Lx)
$h^5\,h^5$ av.	123° 0′	
$m\,h^3$	163° 0′	163° 3′ (Lx)
$h^3\,h^3$ av.	135°41′	
$m\,g^5$	168°28′	
$g^5\,g^5$ s. g^1	101°24′	
$g^1\,g^5$	140°42′	140°28′ (U)
$m\,g^3$	160°42′	160°44′ (Lx)
$g^3\,g^3$ s. g^1	116°55′	
$m\,g^2$	151°25′	151°26′ (Lx)
$g^2\,g^2$ s. g^1	135°30′	
$g^1\,g^{13/7}$	159°47′	159°38′ (Lx)
$p\,a^{50}$	178° 9′	
$p\,a^{20}$	175°23′30″	
$p\,a^8$	168°37′	168°15′ (U)
$a^8\,a^8$ s. h^1	22°46′	
$p\,a^6$	164°58′	165° 1′ (Lx)
$a^6\,a^6$ s. h^1	30° 4′	
$p\,a^4$	158° 3′	158°10′ (Lx)
$a^4\,a^4$ s. h^1	43°53′	
$p\,a^3$	151°45′	151°30′ (Lx)
$a^3\,a^3$ s. h^1	56°29′	
$p\,a^{20/7}$	150°34′30″	150°25′ à 34′ (U)
$a^{20/7}\,a^{20/7}$	58°50′	
$p\,a^{8/3}$	148°51′30″	148°40′ (U)
$a^{8/3}\,a^{8/3}$	62°16′	
$p\,a^{5/2}$	147°12′	147°23′ (U)
$a^{5/2}\,a^{5/2}$	65°36′	
$p\,a^2$	141° 8′	141° 3′ (Lx)
$a^2\,a^2$	77°43′	
$p\,a^{8/5}$	134°48′	135° 8′ (U)
$a^{8/5}\,a^{8/5}$	90°23′	
$p\,a^{6/5}$	126°41′	
$a^{6/5}\,a^{6/5}$	106°38′	
$p\,a^1$	121°49′	
$a^1\,a^1$	116°21′	
$p\,a^{2/3}$	112°29′	112°15′ (U)
$a^{2/3}\,a^{2/3}$	135° 3′	
$p\,a^{5/9}$	109° 1′	
$a^{5/9}\,a^{5/9}$	141°57′	
$p\,a^{2/3}$	103°57′	
$a^{2/5}\,a^{2/5}$	152°57′	
$p\,e^{3/2}$	138°48′30″	
$e^{3/2}\,e^{3/2}$ s. g^1	82°23′	
$p\,e^1$	127°18′	
$^*e^1\,e^1$ s. g^1	105°24′	
$p\,e^{1/2}$	110°51′	
$e^{1/2}\,e^{1/2}$ s. g^1	138°18′	
$p\,g^1$	90°	
$p\,b^5$	168°16′	
$m\,b^5$	101°44′	100°50′ à 101°5′ (F)
$p\,b^{9/2}$	167° 0′	166°25 à 35′ (U)
$m\,b^{9/2}$	103° 0′	
$p\,b^4$	165°26′	
$m\,b^4$	104°34′	
$p\,b^3$	160°54′	160°58′ (Lx)
$m\,b^3$	109° 6′	108°47′ à 50′ (F)
$p\,b^{5/2}$	157°26′	
$m\,b^{5/2}$	112°34′	112°35′ à 40′ (F)
$p\,b^2$	152°33′	152°43′ (Lx)

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mb^2	117°27′	
$pb^{3/2}$	145°17′	145°16′(Lx)
$mb^{3/2}$	124°43′	124°40′ à 54′ (F)
pb^1	133°54′	
mb^1	136° 6′	
$pb^{3/4}$	125°49′	125°15′ (Lx)
$mb^{3/4}$	144°11′	
$pb^{1/2}$	115°42′	
$mb^{1/2}$	154°18′	
pm	90°	
$p\delta$	121°18′	
pj	121°35′	122°53′ (Lx)
$p\omega$	120°55′	
pD	169° 6′	169°19′ (Lx)
py	123° 0′	
pg^3	90°	
pX	127°16′	
$p\mu$	144°39′	
pe_2	115°11′	
$p\Phi$	103°13′	104°10′ (Lx)
pg^2	90°	
$g^1\delta$	99°49′	
$g^1\omega$	102°′59	
$g^1b^{1/2}$	124°41′	
g^1j	96°35′	
a^1j	173°25′	173°56′ (Lx)
$a^1\omega$	167° 0′	
g^1a^1	90°	
$b^{1/2}b^{1/2}$ av.	110°37′	
$g^1b^{3/4}$	120°48′	
g^1e_2	146°53′	
g^1y	135°38′	135°30′ (Lx)
g^1b^1	117° 4′	
yb^1	161°26′	161°24′ (G)
a^2y	134°22′	134°10′ (G)
g^1a^2	90°	
b^1b^1 av.	125°51′	
$g^1b^{3/2}$	111° 5′	
g^1a^3	90°	
$b^{3/2}b^{3/2}$ av.	137°50′	
g^1b^2	106°56′	
g^1a^4	90°	
b^2b^2 av.	146° 8′	
$g^1b^{5/2}$	104° 2′	
g^1a^5	90°	
$b^{5/2}b^{5/2}$ av.	151°56′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1\mu$	122°22′	
g^1b^3	101°56′	101°59′ (Lx)
g^1a^6	90°	
b^3b^3 av.	156° 8′	
g^1b^4	99° 8′	
g^1a^8	90°	
b^4b^4 av.	161°43′	
$g^1b^{9/2}$	98°10′	
$b^{9/2}b^{9/2}$ av.	162°40′	
g^1b^5	97°23′	
b^5b^5 av.	164°14′	
h^1e_2	110° 3′	
e_2e_2 côté	139°55′	
$h^1b^{1/2}$	134°19′	
h^1y	116° 1′	116° 4′ (Lx)
ye^1	153°30′	153°25′ (Lx)
$yb^{1/2}$	161°42′	161°57′ (G)
Xe^1	177°28′	177°28′ (U)
h^1e^1	90°	
$b^{1/2}b^{1/2}$ côté	91°22′	91°20′ (Lx)
h^1b^1	123°58′	
$h^1\mu$	102°39′	
h^1e^2	90°	
b^1b^1 côté	112° 4′	
$h^1b^{3/2}$	116°12	
h^1e^3	90°	
$b^{3/2}b^{3/2}$ côté	127°36′	
h^1b^2	110°57′	
b^2b^2 côté	138° 7′	
$h^1b^{5/2}$	107°19′	
$b^{5/2}b^{5/2}$ côté	145°22′	
h^1b^3	104°42′	104°35′ (Lx)
b^3b^3	150°36′	
h^1b^4	101°15′	
b^4b^4 côté	157°31′	
$h^1b^{9/2}$	100° 2′	
$b^{9/2}b^{9/2}$	159°56′	
h^1b^5	99° 4′	
b^5b^5 côté.	161°52′	
ma^1 adj.	131°12′	
mb^1 lat.	98°23′	
me adj.	120°10′	120° 9′ (Lx)
$me_{13/7}$	140°19′	141° (Lx)
me_2 adj.	142°38′	142°40′ (Lx)
$me_{27/13}$	143°47′	144°15′ (Lx)

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$e_2\ e^1$	157° 32′	
$m\ a^2$ adj.	119° 6′	
$m\ b^2$ lat.	95° 21′	
$m\ e^2$ adj.	110° 17′	
$m\ y$ adj.	142° 20′	142° 18′ (Lx)
$m\ a^{5/2}$ adj.	114° 50′	
$m\ a^3$ adj.	111° 31′	
$m\ b^3$ lat.	93° 48′	
$m\ e^3$ adj.	104° 40′	
$m\ \mu$ adj.	120° 32′	
$m\ a^4$ adj.	106° 50′	106° 52′ (Lx)
$m\ a^5$ adj.	103° 46′	
$m\ a^6$ adj.	101° 36′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^3\ b^{1/2}$ adj.	148° 16′	148° 19′ (Lx)
$g^3\ a^2$ adj.	109° 10′	
$g^3\ b^{3/2}$ lat. opp.	85° 40′	
$g^3\ e^1$ adj.	132° 41′	132° 38′ (Lx)
$a^2\ e^1$	118° 10′	118° 13′ (Lx)
$b^{3/2}\ e^1$	141° 39′	
$b^{3/2}\ a^2$	156° 30′	
$g^2\ b^1$ adj.	129° 15′	
$g^2\ a^3$ adj.	100° 19′	
$g^2\ b^2$ lat. opp.	82° 17′	
$g^2\ \mu$ lat. opp.	65° 38′	
$g^2\ e^1$ adj.	137° 25′	137° 24′ (Lx)
$a^2\ h^5$	123° 27′ 30″	123° 35′ (G)
$a^2\ \omega$	156° 51′ 30″	

Faciès des cristaux. Voici les principaux types observés.

Type I. Les cristaux sont très aplatis suivant p et présentent les

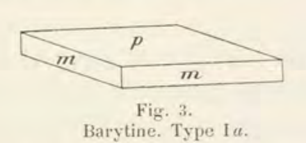


Fig. 3.
Barytine. Type I*a*.

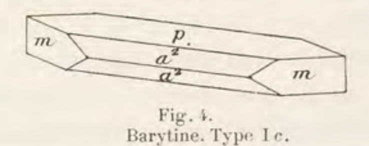


Fig. 4.
Barytine. Type I*c*.

faces m prédominantes dans la zone verticale (I*a*) (fig. 3). Parfois (I*b*), l'apparition de h^1 et de g^1 leur donne une section rectangulaire. Une variété de ce type (type I *c*) présente la combinaison $p\ m\ a^2$, avec allongement suivant l'arête $p\,a^2$ (fig. 4).

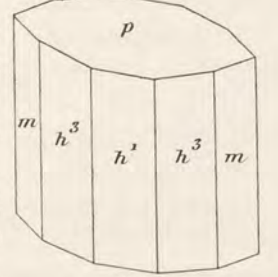


Fig. 5.
Barytine de Chizeuil (type II *b*).
(*Saône-et-Loire.*)

Type II. Il existe de nombreuses faces de la zone verticale ; h^1 ou h^3 (210) dominent souvent, g^1 est absent ou très réduit ; ou bien les cristaux sont aplatis suivant p (fig. 73, Type II *a*), ou bien ils sont allongés suivant c (fig. 5, 36 à 39, Type II *b*). C'est cette variété que l'on a jadis appelée *volnyne*.

Type III. Les cristaux de ce type présentent, comme les précédents, p (001) et m (110) ou d'autres prismes très développés ; mais ils ont en outre d'une façon constante a^2 (102) et e^1 (011). Le plus souvent, ils sont allongés soit suivant a (fig. 6, prédominance de e^1 sur a^2 (Type III *a*), soit suivant b (fig. 7, 11 à 13) (Type III *b*) (prédominance de a^2 sur e^1).

Type IV. Ce type est caractérisé par la prédominance de a^2 (102) et

de e^1 (011). Parfois ces formes existent seules (fig. 8), dans d'autres cas, elles sont accompagnées par p et les cristaux peuvent même être aplatis suivant cette face (fig. 9). Ou bien les cristaux sont également développés suivant a et b (IVa), (fig. 9 et 33) ou bien ils sont allongés, tantôt suivant a (IVb), tantôt suivant b (IVc) (fig. 10).

Type V. Ce type, qui est assez rare, est caractérisé par la prédomi-

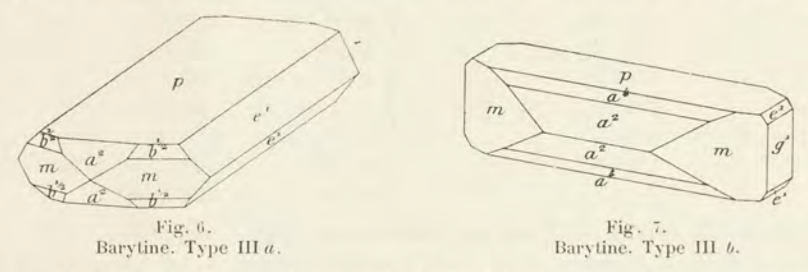


Fig. 6.
Barytine. Type III a.

Fig. 7.
Barytine. Type III b.

nance de $b^{1/2}$ (111) associé à p (fig. 74). L'apparition de m conduit au type Ia.

Il est fréquent de trouver des cristaux de barytine présentant à la place de h^1 une succession d'angles rentrants prouvant qu'ils sont constitués par un grand nombre d'individus groupés parallèlement à g^1 (010) (voir la figure 4 à la page 111). Dans d'autres cas, les grou-

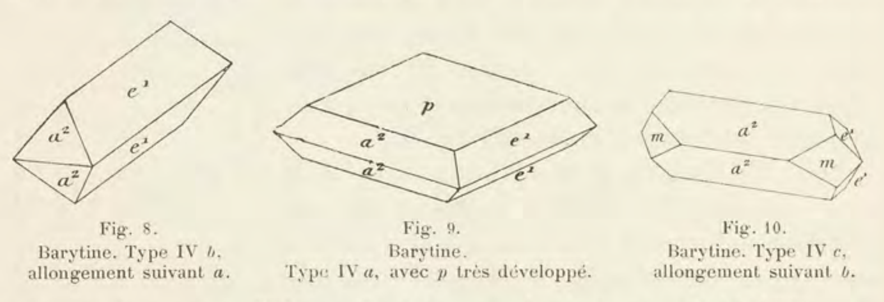


Fig. 8.
Barytine. Type IV b,
allongement suivant a.

Fig. 9.
Barytine.
Type IV a, avec p très développé.

Fig. 10.
Barytine. Type IV c,
allongement suivant b.

pements à axes parallèles se font par accolement suivant h^1 (100).

Les cristaux de barytine possèdent parfois une apparence hémimorphe suivant les axes a (*Puy-de-Dôme*) ou b. L'absence de pyroélectricité dans de semblables cristaux et l'étude des figures de corrosion montre que cela n'est pas un véritable hémimorphisme d'ordre moléculaire.

Les faces p portent souvent des stries parallèles à une arête pm, indices de faces vicinales très surbaissées : dans d'autres cas, les stries sont parallèles à l'axe b.

Les faces m (110) sont parfois striées suivant l'axe vertical (de même que toutes les autres faces de la même zone) et parfois aussi suivant les arêtes pm. Les plans h^1 sont souvent striés suivant c.

Il est très fréquent, surtout dans le type I, de voir la partie centrale des cristaux souillée par des inclusions, présenter des formes différentes (plus simples) que la partie périphérique. Parfois les cristaux sont constitués par des zones alternativement transparentes et opaques (fig. 30) ou par un noyau opaque bordé de zones incolores (fig. 41).

La barytine se présente très souvent en masses lamellaires (à lames fréquemment courbes), plus rarement fibrolamellaires ou même fibreuses. Les masses finement grenues à la façon du marbre statuaire (fig. 22) ou terreuses sont moins fréquentes encore. Les variétés grenues à structure granulitique, de certains gisements métallifères des Alpes, décrits plus loin, ont subi des actions mécaniques puissantes, qui y ont déterminé la structure cataclastique et des macles secondaires suivant m (110).

Il existe des variétés concrétionnées (à structure fibreuse) (fig. 77), stalactiformes (fig. 28 et 29), globulaires et fibreuses à partir d'un centre (*pierre de Bologne*).

Les fibres sont allongées suivant l'arête pg^1 (Laize-la-Ville, El Guefa); les cristaux du type II sont parfois fibreux dans la direction de l'axe vertical.

Dans les terrains sédimentaires, la barytine pseudomorphise parfois le test de certains fossiles (*trilobites*, *lamellibranches*, rostres de *bélemnites*, etc.). Elle sert exceptionnellement de ciment à des grès (fig. 78).

Figures de corrosion. Les cristaux de barytine du Puy-de-Dôme présentent des figures de corrosion, qui sont surtout nettes sur ceux de La Courtade, étudiés par M. Gonnard (*B. S. M.* XI. 269. 1888).

Elles sont surtout fréquentes sur e^1 ; ce sont des cavités grossièrement tétraédriques à arêtes courbes, leur intersection avec e^1 a la forme d'un triangle curviligne isoscèle, dont la base est parallèle à l'arête $p\ e^1$ et le sommet perpendiculaire à l'arête $e^1\ g^1$. Sur a^1, des figures analogues sont parfois disposées d'une façon inverse (sommet dirigé vers p). Ces figures permettent d'orienter les cristaux qui les présentent.

Clivages. Clivages, parfaits suivant p (001) et m (110); imparfait suivant g^1 (010). Cassure inégale. Plans de séparation suivant $a^{1/6}$ (601) accompagnant les macles polysynthétiques.

Dureté. 2, 5 à 3,5. Fragile.

Densité. 4, 3 à 4,6.

Coloration et éclat. La barytine est normalement incolore, mais elle présente souvent des colorations variées, parfois constantes dans un même gisement ; les plus fréquentes sont le blanc, le jaune, le brun, le rouge, le bleu, le vert clair, le noir. Dans les variétés concrétionnées, les zones concentriques ont fréquemment des teintes différentes. Poussière blanche. Transparente, translucide ou opaque.

Éclat vitreux, passant au résineux, souvent nacré sur p m, e^1, a^2 (parties superficielles de certains cristaux du Puy-de-Dôme).

Fig. 10 *bis*. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1 (100).

$\mathbf{n}_g = 1,6491$ (raie D) (Offret)
$\mathbf{n}_m = 1,6381$
$\mathbf{n}_p = 1,6369$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0122$
d'où $2E = 63°12'$ $2V = 37°28'$

L'écartement des axes optiques croît avec la chaleur.

Odeur. Quelques barytines répandent par le choc une odeur très fétide, due sans doute à un dégagement de carbure d'hydrogène (*Nouvelle-Calédonie*, etc.).

Radioactivité. La barytine de quelques localités est un peu radioactive.

Composition chimique. La formule $BaSO^4$ correspond à la composition suivante :

SO^3	34,3
BaO	65,7
	100,0

Une quantité variable de baryum peut être remplacée par du strontium, du calcium ; les variétés compactes peuvent en outre renfermer de nombreuses inclusions ferrugineuses, argileuses, etc. (voir à Romanèche, page 75).

Dufrénoy a décrit sous le nom de *dréelite* un minéral qu'il considérait comme une espèce spéciale correspondant à la formule $3\ BaSO^4, CaSO^4$; j'ai montré que cette substance est une barytine impure (voir page 61).

L'analyse suivante a été faite par Braconnier sur la barytine des sources thermales de Bussang.

$BaSO^4$	93,43
$SrSO^4$	2,65
$CaSO^4$	2,40
SiO^2	0,56
Al^2O^3	0,60
H^2O	0,30
	99,94

Essais pyrognostiques. Décrépite et fond en colorant la flamme en vert jaune livide ; le globule fondu possède une réaction alcaline. Sur le charbon, fondue avec du carbonate de sodium, donne une perle transparente, se transformant bientôt en une masse, qui est absorbée par le charbon ; elle fournit sur la lame d'argent les réactions des sulfures. Pratiquement insoluble à froid dans les acides ; un peu soluble dans l'acide sulfurique bouillant, qui laisse déposer la barytine sous forme de beaux cristaux ; ceux-ci ont été étudiés par M. Gaubert.

Chauffée au feu réducteur après avoir été imbibée d'acide chlorhydrique, colore la flamme en vert livide.

Altérations. On trouve des pseudomorphoses de barytine en quartz, en limonite, en psilomélane, en pyrite, en calcite, en sidérite, etc.

Diagnostic. C'est avec la célestite que la barytine peut être confondue ; la mesure de l'angle des clivages et la coloration donnée à la flamme fournissent un diagnostic rapide, mais cette dernière propriété se voit moins nettement que pour la célestite.

Un moyen permettant de déceler un mélange de barytine et de célestite ou de différencier ces deux minéraux consiste à faire bouillir la poudre fine de la substance avec une solution concentrée de carbonate et de sulfate de potassium ; la célestite seule se transforme en carbonate. Il suffit alors de laver la poudre insoluble, de la traiter par de l'acide chlorhydrique, dans lequel elle se dissout avec effervescence ; sa solution évaporée à sec et reprise par l'alcool donne la flamme rouge du strontium [1].

Dans le cas du mélange des deux minéraux, le sulfate de baryum peut être transformé à son tour en carbonate par ébullition avec une solution de carbonate alcalin pur.

1. Les propriétés optiques des cristaux des chlorures formés dans une goutte liquide évaporée sur un porte-objet sont aussi caractéristiques, le $SrCl^2+6H^2O$ est hexagonal (pseudo) avec division en six secteurs (bissectrice négative) des lamelles aplaties suivant la base, alors que le $BaCl^2+2\ H^2O$ est monoclinique, aplati suivant g^1, face qui montre de nombreuses macles, et qui est parallèle au plan des axes optiques. M. Cesàro fond le minéral dans une perle de carbonate de sodium, qu'il dissout ensuite dans l'acide chlorhydrique.

Un excellent procédé de distinction consiste dans l'examen par le procédé Becke d'une lame de clivage quelconque, immergée dans le tétrabromure d'acétylène, dont l'indice de réfraction (1,636) à la température moyenne du laboratoire, est voisin du plus petit indice de la barytine et plus grand que tous ceux de la célestite.

Enfin M. Cesàro vient de proposer (*Ann. soc. géol Belg.* XXXVII. M. 29. 1910), comme moyen de diagnostic, la détermination de la biréfringence d'un clivage *p* ; elle est voisine de 0,011 pour la barytine et de 0,007 pour la célestite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La barytine se présente dans les grands groupes de gisements suivants :

1° Dans les gisements métallifères ;

2° Dans les sources thermales ;

3° Dans les roches sédimentaires ;

4° Dans les roches cristallines.

1° *Dans les gisements métallifères.*

a) *Dans les gisements plombifères, zincifères, cuprifères.*

Dans les filons concrétionnés.

La barytine constitue l'une des gangues les plus habituelles des filons concrétionnés plombifères et zincifères ; il est bien peu de gisements parmi ceux qui ont été cités aux articles galène et blende qui ne renferment ce minéral et, dans beaucoup d'entre eux, il s'y trouve en quantité considérable. Dans nombre de régions, comme le Plateau Central, il existe même des filons essentiellement barytiques, dans lesquels la galène ne constitue qu'un accessoire. Elle est surtout abondante dans les filons à gangue quartzeuse, où elle est d'ordinaire associée à la fluorine, elle ne manque pas toutefois dans les filons à gangue calcaire, et l'un d'eux (Vialas) la présente même en magnifiques cristaux.

La barytine de ces filons est d'ordinaire blanche, lamellaire ou laminaire ; ses cristaux forment souvent des groupements crêtés (fig. 2), qui sont parfois moulés par du quartz cristallisé ; ils disparaissent fréquemment aux affleurements, laissant alors le quartz libre ; les lames de celui-ci, originellement disposées entre les feuillets de barytine, constituent ce que l'on a appelé le *quartz haché*.

Il ne saurait être question de citer tous les gisements de barytine à

rapporter à cette catégorie, aussi ne m'occuperai-je guère que de ceux qui fournissent des cristaux distincts.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. De jolis cristaux hyalins et éclatants de barytine se rencontrent dans la mine de Pontpéan. Ce sont des tables rectangulaires aplaties suivant p, du type IV a (fig. 9), présentant souvent, en outre de e^1 et a^2, de petites facettes a^4 (104).

Je signalerai une curieuse brèche, dont les fragments anguleux formés de galène, de blende et de calcite, sont enrobés et cimentés par de petits cristaux blanchâtres de barytine.

La barytine a été rencontrée à la mine de Latouche ; M. de Brun m'a communiqué des périmorphoses de ce minéral en quartz.

Pyrénées.— *Ariège*. La mine de galène de Moncoustant en Cadarcet renferme de la barytine lamellaire blanche et opaque, qui se termine parfois dans les cavités par des cristaux transparents ($p\ m\ a^2\ e^1\ b^{1/2}$).

Un filon de barytine laminaire a été exploité à Camels en Esplas (à 100 m. de la route de Saint-Girons à la Bastide de Sérou et à 5 km. de ce dernier bourg).

Pyrénées-Orientales. Les anciennes mines de cuivre de Canaveilles ont fourni de beaux échantillons de barytine blanche crêtée.

Plateau Central. — *Tarn*. La barytine est peu abondante dans la mine de galène de Peyrebrune près Réalmont ; elle s'y trouve par contre en petits cristaux très nets, translucides, aplatis suivant p, allongés suivant l'axe b et offrant la combinaison $p\ m\ a^2$ (fig. 4).

Lozère. La barytine crêtée et des cristaux nets ($p\ m\ a^2$) se trouvent dans les filons de Villefort. Il existe des filons de barytine aux Rochettes près Altier (Guédras, *C. R.* CXXXVIII. 1440, 1904).

Les mines de galène de Vialas ont fourni jadis de remarquables cristaux de barytine se présentant sous des aspects variés. Ceux que j'ai examinés se rapportent soit au type I, soit au type III.

Ceux du type I sont incolores ou laiteux, transparents ou translucides, très aplatis suivant p et souvent enfilés en grand nombre suivant l'axe b ; il n'est pas rare aussi de les voir empilés suivant c. Ces cristaux, associés à la calcite et à la galène, sont implantés sur le micaschiste et offrent souvent, en outre des faces p et m, quelques-unes des formes g^1, $b^{1/2}$, e^2, a^2. Certains cristaux montrent sur p des stries parallèles aux arêtes pm et constituent une pyramide extrêmement surbaissée, que je n'ai pu mesurer avec précision, à cause des mauvaises réflexions ; leur inclinaison sur m ne paraît pas dépasser 91°.

Les cristaux de l'autre type sont beaucoup plus gros et plus beaux que les précédents, ils atteignent 5 centimètres, sont transparents, limpides, incolores, souvent teintés de bleu ou de jaune ; ils sont généralement implantés sur la gangue de micaschiste par une de leurs extrémités et sont recouverts par de la calcite. La face p manque rarement mais est généralement petite, m porte des stries parallèles à l'axe vertical et à l'arête pm ; souvent l'une des faces m est très prédominante, donnant ainsi aux cristaux un aspect dissymétrique ; les combi-

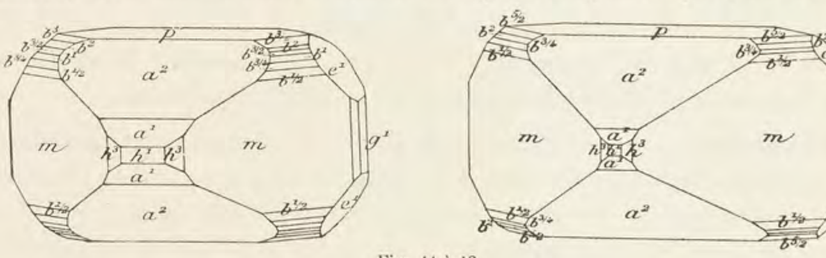


Fig. 11 à 12.
Barytine de Vialas (Type III *b*).

naisons que j'ai observées présentent en outre de p, m et a^2, quelques-unes des formes suivantes : g^1, h^3, a^1, $e^{1/2}$, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$, b^1, etc.

C'est à ce dernier type que se rapportent les figures 11 à 13 représentant trois cristaux décrits par M. Strüver (*Acc. Sc. Torino*, VI. 1871) (fig. 11 à 13) ; ils offrent les combinaisons m, h^3, g^2 (face non notée dans la fig. 11), h^1, g^1, p, e^1, a^1, a^2, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$ (223), b^1, $b^{3/2}$ (113), b^2, b^3 ; m, h^3, p, e^1, a^1, a^2, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$, b^2, (114), $b^{5/2}$ (115), enfin m, g^2, h^3, h^2, h^1, g^1, g^1, p, e^1, a^2, a^1, $a^{2/3}$, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$, χ (144).

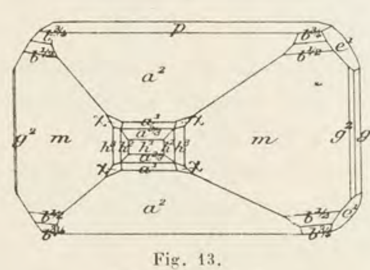


Fig. 13.
Barytine de Vialas.

J'ai examiné quelques cristaux, différant des types précédents par ce fait qu'ils sont également développés suivant les axes a et b ; ils présentent les faces a^2 et m dominantes, avec parfois p et e^1 ; ils ne dépassent pas 1 centimètre 5 et ont une teinte d'un blanc laiteux due à une structure un peu lamellaire parallèlement à leurs faces dominantes ou à des interruptions dans leur accroissement. Ces cristaux sont clairsemés sur une mince couche de quartz recouvrant le micaschiste.

Près du Bleymard, se trouvent de nombreux filons, les uns unique-

ment barytiques (Allenc, Saint-Frézal d'Albuges), les autres contenant en outre de la galène (Le Buschet) ; ils traversent le lias ou le granite.

Gard. Les mines de galène de Rouveguère à Mercoirol, près Alais, ont fourni des cristaux de barytine d'un blanc laiteux ; ils sont aplatis suivant la base et présentent les formes a^1, a^2, e^1, m ; ils constituent souvent des groupes crêtés (fig. 14).

Les gîtes de galène de Durfort sont riches en barytine laminaire blanche.

J'ai observé de jolis cristaux hyalins de barytine du type II provenant du filon de l'Échelette à Thines ; ils ne dépassent guère 1 centimètre ; ils sont implantés sur de la galène, de la blende rouge et du quartz. Ils sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 15), les faces m (110) et p (001) dominent ; elles sont accompagnées de petites facettes a^2 (102) e^1 (011) et h^1 (100).


Fig. 14.
Barytine sur quartz de Rouveguère (*Gard*).

M. Ungemach a décrit (*B. S. M.* XXXI. 205. 1908) un échantillon de barytine lamellaire associée à de la galène et provenant de Cassagnoles ; il est recouvert de cristaux (2 cm.) de barytine, dont la couleur varie du gris au jaune vineux : ils présentent la combinaison pm g^2 g^1 a^1 a^2, avec (fig. 16) ou sans $b^{1/2}$.

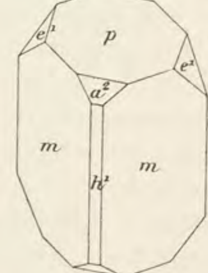


Fig. 15.
Barytine de Thines.

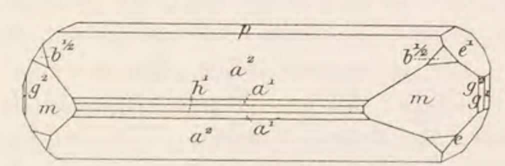


Fig. 16.
Barytine de Cassagnoles
(Type III *b*).

Cantal. J'ai observé de jolis cristaux incolores tabulaires de barytine

($p\ m\ a^2\ e^1$), implantés sur quartz et galène et provenant de la mine de Magnac et Sarrus.

La barytine blanche laminaire est la gangue principale du filon plombifère traversant le granite à Thinières en Beaulieu, elle est accompagnée de quartz et de withérite. A signaler encore les filons de Champagnac, de Nobre, de Crouy près Mauriac (avec galène).

Enfin, je dois à M. de Brun un petit cristal provenant de la mine de Ferrières (blende et galène); il présente un développement à peu près égal suivant les trois axes; il présente les formes p, m, h^1, g^1, g^2, h^3, h^5, a^4, a^1, a^2, e^1, $b^{1/2}$, y (122) (fig. 17).

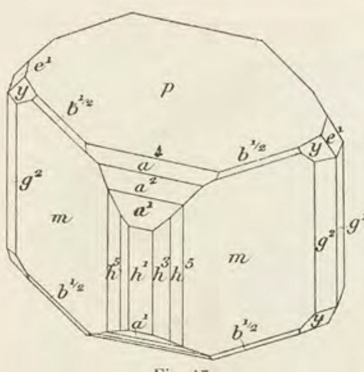


Fig. 17.
Barytine de Ferrières (*Cantal*).

Haute-Loire. On rencontre dans ce département et notamment dans les environs de Brioude, un très grand nombre de filons barytiques, dont quelques-uns renferment des sulfures et particulièrement de la galène. Plusieurs d'entre eux ont été exploités pour l'extraction de la barytine; ils ont été étudiés par Dorlhac (*Bull. soc. indust. min. Saint-Étienne* VIII. 1862).

Les épontes des filons sont toujours constituées par du quartz; quand il existe de la fluorine (Allègre et Aurouze), elle vient après le quartz ou est mélangée à celui-ci. La barytine remplit la partie médiane des filons, elle n'est pas métallifère; lorsqu'il existe de la blende, de la galène, de la pyrite, du mispickel, etc., ceux-ci sont englobés dans le quartz. Les cas où la galène a été trouvée dans la barytine sont réalisés quand des fragments des épontes sont tombés dans les cavités du filon et ont été ensuite cimentés par de la barytine de formation postérieure.

Les cristaux distincts sont assez rares, les géodes ne contiennent guère que des masses crêtées. Les principaux gisements à citer sont les suivants : Allègre, Vorey, Aurouze, la Chomette, Chavagnac-Salzuit, Bagalette, Vedrines, Vazeille, Lavoûle-Chilhac, Vauzelle, Teix, Durbiat, Chamalières, Jumeaux, etc. Dorlhac a signalé dans certains de ces filons (Aurouze) l'association de la withérite à la barytine et aussi à la barytocalcite dans une galerie de recherche creusée dans le houiller de Lamothe.

La mine de la Rodde à Ally a fourni de la barytine blanche lami-

naire se terminant dans des cavités par des cristaux jaunes transparents *p*, *m*, a^1, a^2 e^1 ; il existe aussi des cristaux indépendants (a^2 e^1 *p* *m*) allongés suivant *b*. Cette dernière combinaison existe à Fay-le-Froid, dans les cavités de la barytine laminaire.

Puy-de-Dôme. La barytine est l'une des gangues des filons plombifères de Pontgibaud. Les mines ont fourni quelques beaux échantillons. A Pranal, et à Villevielle en la Goutelle, les cristaux distincts jaunes, translucides ou d'un blanc de lait, appartiennent au type I ou aux types IV*a* et IV*b* et sont pauvres en faces (*p* *m* a^2 e^1 et parfois a^4) ; ils sont souvent groupés en gerbes et présentent parfois des associations en croix par interpénétration à axes parallèles de deux cristaux *p* *m*.

A Roure, a^2 et *m* dominent ; les cristaux appartiennent au type représenté par la figure 18, j'ai observé en outre *p*, *m*, g^1, a^4 ; les faces *p* et *m* sont souvent mates et rugueuses, alors que les autres faces donnent de bonnes mesures ; ces cristaux, incolores, blancs ou jaunâtres, sont implantés sur sidérite, pyrite et galène.

Fig. 18.
Barytine.
Forme commune.

La barytine, en cristaux *p* *m*, accompagne la fluorine à Martinèche, à la Roche Cornet ; elle a été signalée dans de nombreux autres gisements : Courgoul, Saurier, Fontcrépon en Yronde (lamellaire, rosée), Champeau près Manson (avec galène, blende et pyrite), Château-Neuf-les-Bains, la Côte d'Argentière près Blot l'Église, etc.

Loire. Dans le filon quartzeux du Pont-la-Terrasse près Doissieu, cristaux, *p* *m*, d'un vert-olive et masses laminaires.

Isère. La barytine est abondante dans le filon de la Poype près Vienne en cristaux jaunes (*p* *m* a^2 e^1 ; *m* a^1), souvent recouverts de quartz ; elle se trouve aussi en nodules à structure radiée.

Rhône. La barytine est fréquente parmi les gangues des filons de galène des environs de Beaujeu (Chenelette, Poule, les Ardillats, Monsols, etc.) ; elle s'y présente sous forme de masses laminaires, dont les cavités sont parfois tapissées de groupements crêtés.

A la mine de la Nuissière en Chenelette, se sont rencontrés de petits cristaux d'un blanc laiteux, extrêmement mats, que Dufrénoy considérait comme cristallisés sous forme de rhomboèdres de 93° et comme constituant un type intermédiaire entre la barytine et l'anhydrite avec la formule 3 $BaSO^4$, $CaSO^4$; il l'a appelée *dréelite*, en l'honneur du célèbre collectionneur, le marquis de Drée (*A. M.* VII. 237. 1835

et *A. C. P.* LX. 102. 1835) (*dreeite* de Glocker, *Gener. et specier. Mineral. Synopsis* 1847.261) et a publié l'analyse suivante :

$BaSO^4$, 61,73; $CaSO^4$, 14,28; $CaCO^3$, 8,05; SiO^2, 9,71; Al^2O^3, 2,40; CaO, 1,52; H^2O, 2,31 = 100.00.

D'après lui, les sulfates de baryum et de calcium entraient seuls dans la constitution du minéral. La densité est de 3, 2 à 3, 4.

L'étude des échantillons types de Dufrénoy m'a permis de montrer (*B. S. M.* VIII. 435.1885) l'identité de la dréelite et de la barytine ; les trois clivages sont inégalement faciles, l'un d'eux fait avec les deux autres un angle de 90° et non de 93° ; l'angle des deux clivages les moins faciles est voisin de 102°. L'examen optique conduit du reste à la même conclusion. Les cristaux (fig. 3) ne sont qu'extérieurement opaques, leur centre est limpide et inaltéré. Il est probable que la dréelite est une altération de barytine, analogue à celle qui s'observe dans l'anglésite de Boléo dans la basse Californie, où les cristaux de ce minéral sont superficiellement blancs et opaques et riches en sulfate de calcium. J'ai du reste recueilli non loin de Chenelette, à Propières, et dans les mêmes conditions, de petits cristaux de barytine à éclat extrêmement nacré et qui, à l'éclat près (ils sont inaltérés), offrent toutes les particularités d'aspect de la dréelite de la Nuissière.

Allier. L'amas d'érubescite du Charrier près Laprugne est traversé par des filons minces de galène et de barytine étudiés par M. Couyat (*B. S. M.* XXIX. 297.1906). Dans des cavités de corrosion de la barytine se trouvent des cristaux de calcite, de fluorine et de barytine incolores et limpides. On y distingue la combinaison pma^2e^1, quelquefois allongée suivant a^1, mais il existe aussi des cristaux, dans lesquels les faces e^1, a^2 et m sont également développées, comme dans les cristaux de célestite du Djebel Bezina. Il faut signaler encore parfois $b^{1/2}$, a^1, h^1 et un prisme arrondi h^4 (?) une pyramide antérieure placée obliquement sur les arêtes a^2 h^4 et enfin une pyramide arrondie e_x, que M. Couyat n'a pu préciser.

Nièvre et Saône-et-Loire. Parmi les filons fournissant de la barytine, il y a lieu de signaler ceux de la Petite Verrière, de Saint-Prix-sous-Beuvray (*Saône-et-Loire*) et dans la *Nièvre*, ceux d'Arleuf, Grury, Chidde, où ce minéral accompagne la fluorine et où l'on a trouvé des cristaux de barytine transformés en quartz. A la Collancelle, se rencontrent des masses caverneuses tapissées de jolies tables transparentes p, m, h^1, a^2, a^4 et quelquefois g^1, e^1.

Vosges. — *Vosges*. La mine de la Croix-aux-Mines a fourni de beaux cristaux incolores, enfumés, ou jaunes de barytine. Ils présentent a^2 avec m, souvent p (fig. 4), et parfois g^1 et e^1.

Les cristaux des filons de Lusse ont une autre forme ; ils se rapportent au type III, b allongé suivant a ; les formes dominantes sont e^1, p, g^1, m, a^2, avec parfois h^1, h^3 (210). (Carrière. *Ann. Soc. émul. Vosges*. VII. 1851, pl. 6).

Dans les filons cuprifères de Lubine situés en France, à 4 kilomètres de la mine de Saint-Sylvestre, la barytine sert, avec le quartz, de gangue à la bournonite et à la panabase ; dans les variétés laminaires, s'observent parfois des plans de séparation suivant g^1. M. Ungemach a trouvé (*B. S. M.* XXXI. 203. 1908), associés à du quartz et à de la bournonite, de petits cristaux brillants de barytine aplatis suivant la base, allongés suivant b et présentant les formes p, a^4, $a^{5/2}$ (205), a^2, e^1, m, h^1, h^3, h^5 (320), g^1, avec parfois des faces courbes voisines de a^3 [$a^{8/3}$ (308) et $a^{20/7}$ (7.0.20)].

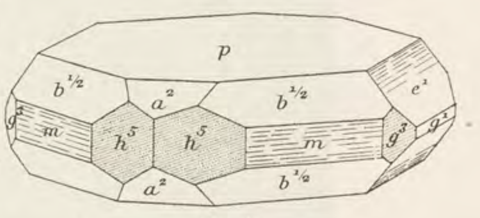


Fig. 19.
Barytine de Steinbach.

[*Alsace*]. Le même savant a décrit les cristaux des localités suivantes. A Saint-Sylvestre, la barytine est rare, associée à la dolomite, la sidérite, et la chalcopyrite : elle constitue des lames p m, portant des faces surbaissées appartenant sans doute à a^8 (108) et $b^{9/2}$ (119). Dans la forêt de Brézouard, au Sud de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines, la barytine, associée à du quartz, forme des tables rectangulaires opaques p $a^2 e^1$, avec g^1, m (clivages) et probablement b^3(116). Enfin, dans les filons quartzeux plombifères de Steinbach près Thann, se trouvent de gros cristaux tabulaires p m h^5 g^3 g^1 a^2 e^1 $b^{1/2}$ (fig. 19), avec quelquefois h^1, h^3 (210), (212) ; ces cristaux, d'un jaune de miel, terminent des lames blanches opaques ; ils sont contemporains de la galène. Il existe aussi de très petits cristaux (3 mm). de seconde génération, implantés sur dolomite ferrifère, qui

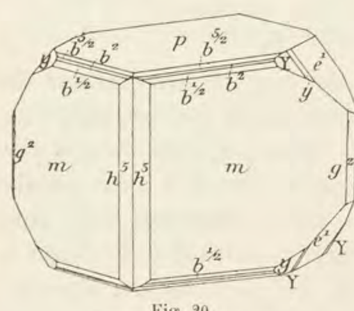


Fig. 20.
Barytine de Steinbach.

appartiennent au type V, présentent les formes p, m, $b^{1/2}$, et e^1, avec exceptionnellement h^5, g^1, b^2 (114), $b^{5/2}$ (115), y (122) et X (1.22.22) (?) (par suite d'une erreur de gravure, cette dernière forme a été notée Y sur la figure 20).

A Sainte-Marie-aux-Mines, la barytine, toujours aplatie suivant p, appartient aux types I et III : les formes observées sont p, m, h^1, g^1 et a^2, e^1 (Carrière, *Ann. Soc. émul. Vosges*. VI. 218. 1850).

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les filons de galène de la montagne de Pormenaz, au-dessus de Servoz (voir tome II, p. 706) (mines de



Fig. 21.
Groupement à axes parallèles de cristaux de barytine (Type I), aplatis suivant la base. Servoz. (*Photographie un peu réduite*.)

Roissy et de la Sourde) ont fourni jadis de magnifiques cristaux de barytine, associés à la panabase, la bournonite, la galène, etc. Les échantillons, que possède la collection du Muséum, sont formés par un grand nombre de petits cristaux du type I, réunis à axes parallèles pour constituer des édifices de plus de 5 centimètres de plus grande dimension, qui sont eux-mêmes empilés suivant p de façon à constituer des groupements en éventail (fig. 21). Les cristaux élémentaires présentent les formes p, m, e^1, a^2; ils sont d'un blanc un peu bleuâtre et associés à des cristaux de quartz hyalin et de dolomite.

La barytine constituant la gangue des filons est finement grenue

et translucide. L'examen microscopique montre une structure microgrenue, déformée par des actions mécaniques qui ont par place fait naître des macles secondaires suivant m (110) (fig. 22). Dans les parties exposées à l'air, cette barytine a un aspect compact rappelant



Fig. 22.
Barytine grenue déformée par actions mécaniques avec macle suivant m (110).
Pormenaz. (*Lumière polarisée parallèle. Grossissement de 33 diamètres.*)

l'opacité de la porcelaine; il est dû à la production de cavités irrégulières, résultant d'un commencement de dissolution. La structure microscopique est la même que dans la barytine de Pesey, dont il est question plus loin.

Des filons de barytine ont été constatés aussi sur le bord de l'Arve, près du village du Luc.

Savoie. Les filons de galène de Pesey sont riches en barytine, qui s'y est présentée en bons cristaux.

Lévy a figuré un cristal de cette localité présentant la combinaison p m h^1 e^1 a^1 a^2 a^4 y (122) (fig. 23).

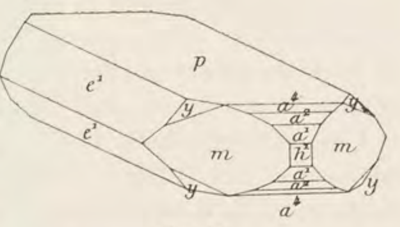


Fig. 23.
Barytine de Pesey (Type II a).

M. D. Fényes a décrit (*Természetrajzi Füzetelk. Budapest.* VIII. 321. 1884) des cristaux de 5 à 6 cm. de longueur implantés sur quartz et recouverts de dolomite. Ils appartiennent au même type III a

et présentent, en outre de cette face, a^1, a^2, a^4. Des cristaux plus petits ne dépassant pas 1 mm. 5 sont plus riches en formes. Leur aspect est représenté par la figure 24 [une erreur de gravure a fait noter x dans cette dernière figure, la pyramide y (122)], et 25. Leur caractéristique réside dans l'existence du dôme $e^{8/5}$ (508).

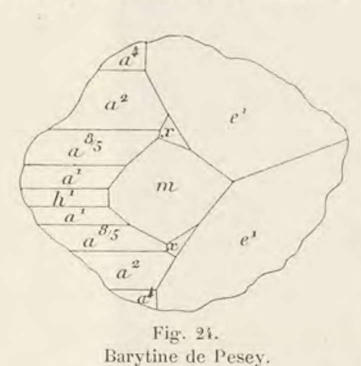


Fig. 24.
Barytine de Pesey.

On trouve aussi à Pesey la barytine sous un aspect peu habituel, sous la forme finement grenue, saccharoïde, d'un blanc grisâtre, avec des veines de diverses nuances. Quelques échantillons sont peu cohérents, ils s'égrènent sous le doigt en grains transparents ; la roche qui en résulte donne l'impression d'un sel ; dans d'autres, la barytine n'est que translucide ou opaque, elle a l'apparence d'un marbre blanc. L'examen microscopique montre que cette barytine possède une structure granulitique, avec çà et là des plages fibrobacillaires. La structure cataclastique, due à des actions mécaniques, est fréquente et çà et là, s'observent des macles polysynthétiques suivant m (110), comme dans la figure 22.

Isère. La barytine s'est rencontrée comme gangue dans beaucoup de filons de galène de l'Oisans et notamment dans ceux de galène et de panabase de la montagne d'Huez (Brandes, l'Herpie). Elle dégage par le choc une odeur particulièrement désagréable ; c'est de l'une d'elles que provient un échantillon de barytine lamellaire fétide que possède la collection du Muséum.

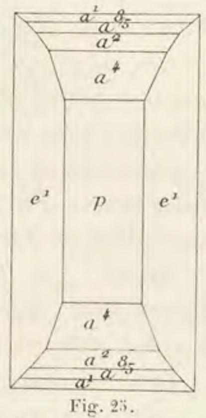


Fig. 25.
Barytine de Pesey.
Type III *a*.

Des cristaux crêtés ($p\,m\,a\;e^1$) ont été trouvés dans le filon de quartz aurifère de la Gardette ; ils sont implantés sur des cristaux limpides de quartz.

Une recherche faite, il y a quelques années, sur un filon situé à 3 km. de la Garde, à droite de la route allant du Bourg d'Oisans à Huez, a mis à découvert une barytine crêtée, imprégnée de calcite.

Hautes-Alpes. La barytine laminaire est l'une des gangues du filon cuprifère de Champoléon.

Maures. — *Var*. Les filons des Mines, près Mayons-du-Luc, ren-

ferment de la galène et surtout de la barytine ; celle-ci est blanche et présente souvent sur les clivages p (001) de très fines stries parallèles à la grande diagonale des clivages, rappelant celles des plagioclases (fig. 26) ; elles sont constituées par la macle polysynthétique suivant $a^{1/6}$ (601). Des filons de barytine (avec blende) se trouvent à Notre-Dame de Miramas ; de belles masses laminaires d'un blanc laiteux ont été trouvées à Saint-Mandrier près Toulon.

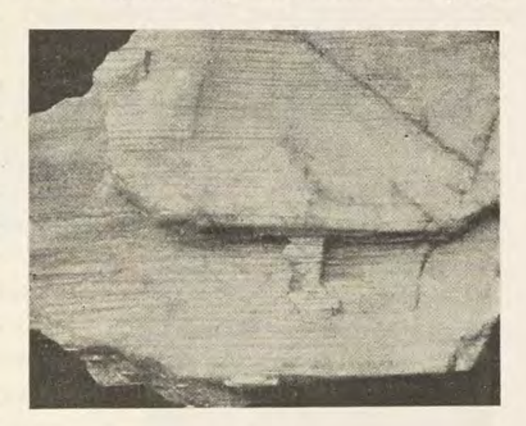


Fig. 26.
Stries de la macle suivant $a^{1/6}$ (601) sur clivage de barytine. Mayons-du-Luc (*Photographie grandeur naturelle.*)

Je ne cite la barytine en petits cristaux *pm* que comme un élément accidentel d'un gisement extrêmement riche en minéraux cuprifères variés, de la mine de la Garonne.

Algérie — *Oran.* Les mines de galène de Gar Rouban ont fourni de magnifiques masses de barytine blanche translucide, donnant des lames de clivage de plus d'un décimètre carré.



Fig. 27.
Barytine moulée par blende de Guerrouma.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Constantine. Des cristaux de barytine (*pm*, avec parfois a^2) accompagnent la galène, la blende et la pyrite dans les mines de Kef-Oum-Théboul.

Madagascar. — Belle barytine laminaire avec galène près des filons aurifères d'Andavakoédra, dans le voisinage des sources de la Loky : petites lamelles (*p m*) avec malachite, asbolite, dans le gîte cuprifère d'Ambatofangehana.

Dans les gisements de substitution.

Cévennes. — *Hérault*. La barytine est assez abondante comme minéral drusique dans l'amas calaminaire des Malines ; elle tapisse des géodes de smithsonite concrétionnée ; elle est par suite de formation postérieure à celle de ce minéral. On la trouve fréquemment en lames extrêmement minces, empilées ou groupées en éventail et présentant un éclat nacré, en même temps qu'elles restent transparentes. Ces lames sont aplaties suivant *p* et limitées par les faces *m* et e^1, avec allongement fréquent suivant l'axe *a* ; elles se groupent parfois en dents de scie.



Fig. 28.
Stalactites de barytine d'El Guefa.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Algérie. — *Alger*. La blende blonde de Palestro (Guerrouma) renferme parfois des cristaux de barytine blanche, aplatis suivant la base, enchevêtrés (fig. 27) et simulant la structure des feldspaths dans les foyaïtes. *Constantine*. La barytine est, avec le quartz, l'une des gangues des minerais zincifères et plombifères de Bou Jaber.

Tunisie. — M. Termier a signalé incidemment l'existence de la barytine dans les gisements zincifères de Tunisie; les beaux cristaux paraissent rares. La collection de l'École des Mines renferme seulement quelques très curieux échantillons concrétionnés provenant d'El Guefa, près Mateur ; ils consistent en stalactites formées de couches concentriques à structure fibreuse (allongement des fibres suivant n_g), très fragiles et pou-

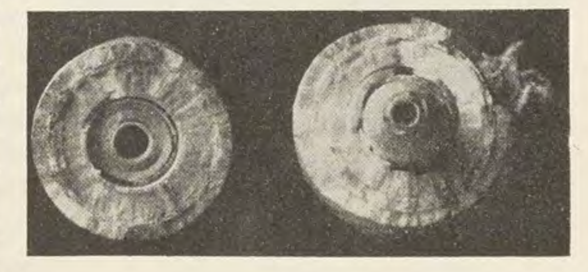


Fig. 29.
Section des stalactites de barytine représentées par la figure précédente. (*Photographie un peu grossie.*)

vant facilement se détacher les unes des autres ; les figures 28 et 29 sont la reproduction d'échantillons, qu'a bien voulu me communiquer M. Termier.

A Quelb el Auze, se trouvent des cristaux *p m*, avec zones d'accroissement alternativement incolores et transparentes, blanches et opaques (fig. 30).

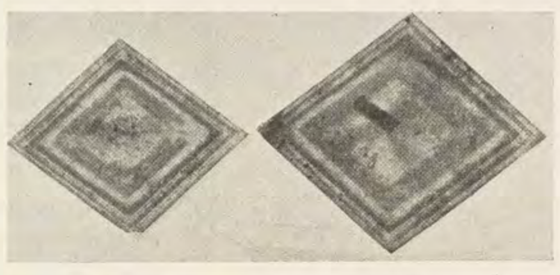


Fig. 30.
Barytine zonée (Type I) de Quelb el Auze.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Au Djebel Kebbouch, il existe des variétés fibreuses de barytine. Le même gisement a fourni les curieux cristaux de célestite décrits plus loin.

b) *Dans les gisements antimonifères.*

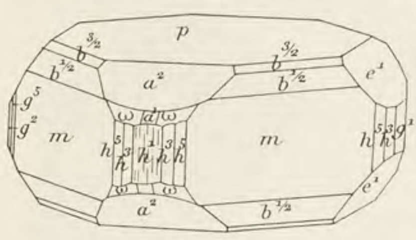
Plateau Central. — *Ardèche.* La mine de stibine de Flaviac fournit de magnifiques échantillons de barytine en cristaux souvent éclatants, transparents et atteignant 4 cm. ; j'en ai examiné quelques-uns grâce à l'obligeance de MM. Chevalier et Biron. Ils forment des croûtes continues de très grande dimension ou recouvrent de leurs groupes des géodes quartzeuzes (avec marcasite) ; enfin, ils sont parfois associés à la stibine, aux aiguilles de laquelle ils sont embrochés (fig. 31). Ces cristaux transparents atteignent 3 cm. de plus grande dimension.



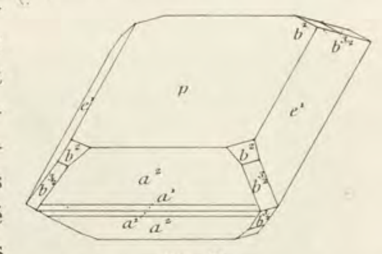
Fig. 31.
Cristaux de barytine embrochés sur aiguilles de stibine. Flaviac. (*Photographie réduite d'un tiers environ.*)

Ils appartiennent au type I, avec prédominance de *p* et *m*, qui existent rarement seuls et sont presque toujours accompagnés de a^2 et très fréquemment de $b^{1/2}$; h^1 et g^1 sont

réduits à de petites facettes, il en est de même pour les formes moins fréquentes h^3 (210), h^5 (320), g^2 (130), g^5 (230). Enfin, et c'est là une caractéristique des petits cristaux compliqués de ce gisement, a^1 est toujours courbe et bordé par deux facettes arrondies que M. Ungemach a attribuées à ω (313) ou ε (414) (*B. S. M.* XXXI. 204. 1908). La figure 32 empruntée à ce savant représente assez bien l'aspect des cristaux que j'ai étudiés moi-même, avec cette réserve toutefois, que dans ces derniers toutes les faces accessoires sont beaucoup moins développées.


Fig. 32.
Barytine de Flaviac (*Ardèche*).

Haute-Loire. La barytine se rencontre parmi les gangues de quelques filons de stibine. Elle forme de belles masses laminaires, se terminant par des groupements crêtés ou par des cristaux transparents jaune d'or ($p e^1 a^2$ (avec souvent allongement suivant b) et quelquefois a^4, $b^{1/2}$, y), dans le filon Saint-Charles à Meysonnial en Mercœur; celui-ci, riche en stibine (partiellement transformée en stibiconite) aux affleurements, devient en profondeur uniquement quartzeux et barytique. C'est dans les cavités de cette barytine qu'ont été rencontrés de petits amas de lamelles de kaolinite, de termiérite, et de pilolite (lassallite).


Fig. 33.
Barytine de la Chassaigne (*Haute-Loire*).
Type IV.

A la Chassaigne, près Saint-Just-de-Brioude, de jolis cristaux se trouvent avec quartz dans les cavités de la barytine laminaire. Aplatis suivant p, avec a^2 et e^1 dominants, ils sont remarquables par la présence de $b^{3/2}$ (113) dans la zone e^1 a^2, avec parfois $b^{1/2}$, b^2 (fig. 33).

De jolis cristaux du type III c (m a^2, avec parfois p) accompagnent la stibine du Dahu près Lubilhac : ils sont quelquefois embrochés dans les aiguilles de stibine, comme ceux de Flaviac. La même mine a fourni des cristaux aplatis suivant p, dans lesquels la base est parfois remplacée par des orthodômes vicinaux de p, accompagnés de $b^{1/2}$, e^1, etc.

Cantal. Dans la mine de stibine de Bonnac en Saint-Mary-le-Plain.

Puy-de-Dôme. La barytine crêtée accompagne la stibine à Angle près Rochefort.

Algérie. — *Constantine.* Les géodes de la senarmontite de Hamimate renferment quelquefois de petites lames de barytine (1 à 2 mm.) implantées sur les octaèdres de senarmontite. Très aplaties suivant la base, elles présentent, en outre de p, les formes m, g^1, e^1, h^1, a^2, a^4, Les cristaux offrent un grand développement suivant b.

c) *Dans les gisements ferrifères et manganésifères.*

Je réunis ici, à cause de l'analogie de leurs associations minéralogiques, les gisements ferrifères et manganésifères d'origine filonienne et ceux d'origine sédimentaire.

Périgord. — *Dordogne.* La psilomélane des environs de Nontron et de Thiviers est accompagnée de barytine lamellaire ; ce minéral a été trouvé en beaux cristaux (pm) dans les géodes de psilomélane concrétionnée (Nontron, Saint-Martin-de-Fressengeas, etc.).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Les mines de sidérite de Saint-Martin d'Arossa (Ossès) ont fourni des cristaux de barytine, dont j'ai pu examiner un bel échantillon grâce à l'obligeance de M. Nentien ; ce sont de minces lames (pm), blanches et opaques.

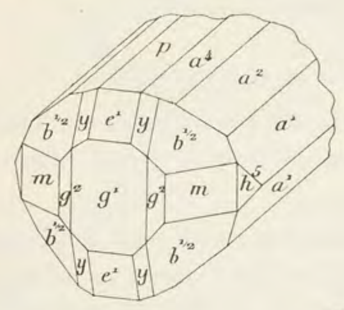
Ariège. J'ai recueilli des cristaux de barytine blanche opaque au milieu de la barytine lamellaire, qui est très abondante dans les gîtes d'hématite de Montels, près la Bastide de Sérou ; les cristaux très aplatis suivant p (001) présentent les formes e^1 (011) et a^3 (103) ; ils sont également développés suivant les axes a et b. (Type de la fig. 9).

Cévennes. — *Gard*[1]. Des cristaux jaunes de barytine ont été recueillis dans une recherche de pyrite faite à Saint-Laurent-du-Sape. J'ai observé des cristaux de ce gisement ayant 1 cm. 5 d'arête sur 0 cm. 8 d'épaisseur ; ils appartiennent au type I et présentent les faces p et m dominantes avec h^1, a^1, a^2, g^1, g^3 (120), e^1, $b^{5/2}$ (115) et y (122).

1. J'ai rencontré dans les papiers de Des Cloizeaux l'indication suivante : « Ch. Friedel a trouvé sur de jolis cristaux transparents de barytine d'Alais : $b^{5/2}$ (1.1.10), b^3 (116), $b^{5/2}$ (115), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{3/4}$ (223), $b^{1/2}$). » Je n'ai aucune indication sur le faciès de ces cristaux, ni sur leur gisement ; peut-être proviennent-ils d'un gisement métallifère, à moins qu'ils n'aient été recueillis dans les fentes du houiller?

De jolis petits cristaux transparents de barytine (pm), à éclat nacré très vif, se rencontrent quelquefois sur les gros scalénoèdres de calcite de la mine de pyrite de Saint-Julien-de-Valgagues.

Ardèche. Les mines d'hématite de la Voulte ont fourni autrefois de très beaux cristaux de barytine : ils sont absolument incolores et d'une limpidité parfaite ; les formes constantes sont a^2, e^1, m, $b^{1/2}$.



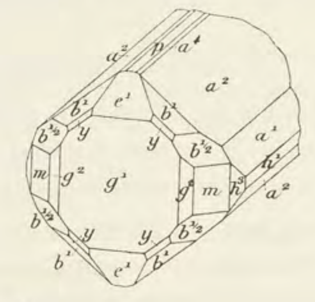


Fig. 34 et 34 *bis*.
Barytine. La Voulte (*Ardèche*).

J'y ai observé en outre les formes suivantes, fréquemment réunies sur un même cristal : p, a^4 (104), a^1 (101), g^1, g^2 (130), h^1, h^5 (320), b^1 (112), $b^{3/2}$ (113), y (122). Les cristaux présentent un développement différent suivant qu'ils sont implantés sur la calcite ou sur la sidérite; dans le premier cas, ils sont allongés suivant l'axe b (fig. 34 et 35) les faces verticales y sont nombreuses, avec g^1 assez développé; ces cristaux supportent de petits rhomboèdres de sidérite. Dans le second cas (fig. 35), ils sont plus gros, les faces m sont très développées et existent parfois seules dans la zone verticale, g^1 manque et h^1 est présent : l'allongement a lieu suivant l'axe a.

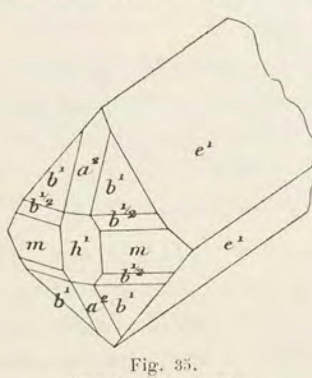
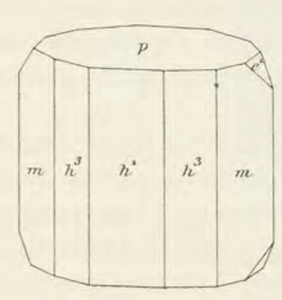


Fig. 35.
Barytine. La Voulte.

Rhône. La barytine a été rencontrée dans l'amas pyriteux de Chessy surtout sur ses bords : cette barytine est parfois colorée en gris par de la magnétite : les cristaux nets sont rares (p m ; p m a^1 a^2 a^4 $b^{1/2}$ b^2 e^1).

Saône-et-Loire. J'ai signalé autrefois (*B. S. M.* VII. 174. 1884) des

cristaux de barytine tapissant les géodes de la limonite scoriacée servant de chapeau au gîte de contact de pyrite de Chizeuil, près Chalmoux; depuis lors, j'en ai étudié de nombreux échantillons grâce à l'obligeance de M. Castanier et de M. Michel-Lévy; ils appartiennent au type II *b*, et rappellent la *volnyne* de l'Oural et de Hongrie (Nabula). Ils sont



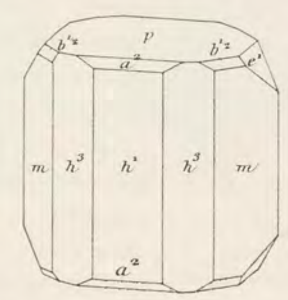
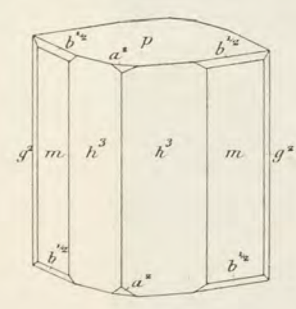


Fig. 36 et 37.
Barytine de Chizeuil (*Saône-et-Loire*) (Type VI).

allongés suivant *c* et caractérisés par le grand développement de h^1 (100) ou de h^3 (210); ils présentent toujours les faces *m* et *p*, avec souvent en outre, e^1 (011), $b^{1/2}$ (111), a^2 (102), g^2 (130), g^1 (010), $b^{3/2}$ (113), $b^{3/4}$ (223), *y* (122) (fig. 5 et 36 à 39). La figure 39bis repré-



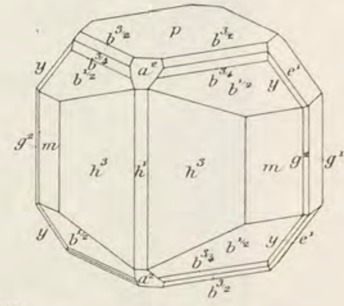


Fig. 38 et 39.
Barytine de Chizeuil (Type VI).

sente un type exceptionnel, dans lequel e^1 (011) prend un grand développement.

Les cristaux sont parfois absolument transparents et limpides, rappelant par leur couleur la topaze du Brézilat; les plus gros, dépassant 1 centimètre, sont plus souvent translucides ou opaques que transparents; ils sont jaunes ou rougeâtres. Beaucoup d'entre eux sont

formés par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, ce qui donne au cristal résultant une structure fibreuse suivant l'axe vertical.

J'ai rencontré quelques paramorphoses ; la barytine a été tout d'abord recouverte de limonite, puis postérieurement, a été dissoute, laissant ainsi une carapace creuse de limonite. (Voir au supplément qui termine ce volume pour les détails sur le gisement de pyrite.)

Fig. 39 *bis*.
Barytine de Chizeuil.

On a vu page 11 que dans les filons manganésifères de Romanèche, le minerai des affleurements est constitué par de la romanéchite, alors qu'en profondeur celle-ci est remplacée par de l'hématite, de la gœthite et de la limonite ; à mesure que le minerai manganésifère diminue, le baryum mis en liberté s'observe sous forme de barytine. Dans cette partie du gisement, la barytine se rencontre presque toujours en cristaux distincts, tapissant des fentes ou des géodes immenses et atteignant eux-mêmes 6 ou 7 centimètres suivant

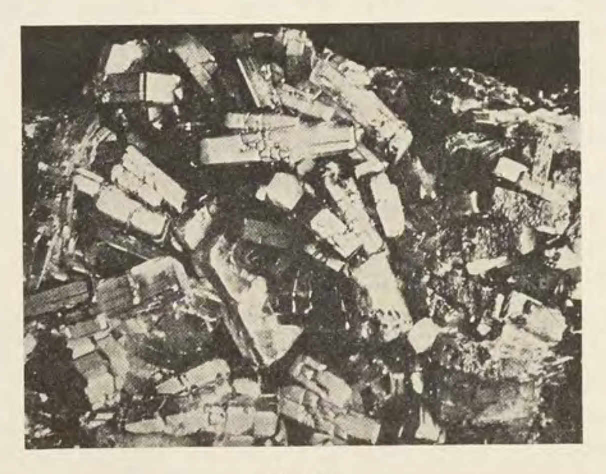


Fig. 40.
Cristaux de barytine (Type I) à structure complexe. Romanèche.

la grande diagonale de la base. J'ai donné en 1885 (*B. S. M.* VIII. 39) une description de ces cristaux, dont j'ai depuis lors étudié un grand nombre. Les plus gros, qui dépassent 1 cm., sont peu intéressants ; ils sont réduits d'ordinaire avec p et m, et parfois h^1, g^1, a^2, e^1. Ils couvrent des surfaces de plusieurs mètres carrés.

Il n'est pas rare de rencontrer des cristaux formés par un grand nombre d'individus de même taille, accolés suivant p et présentant par suite dans la zone verticale des angles rentrants parallèles à l'arête pm. Beaucoup de ces individus complexes se groupent ensuite à axes parallèles (fig. 40).

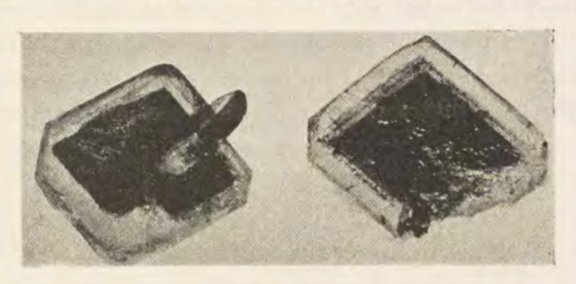
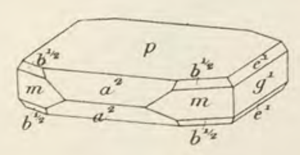


Fig. 41.
Cristaux de barytine (Type I) riches en inclusions ferrugineuses au centre, transparents sur les bords. Romanèche. (*Grossissement de 8 diamètres.*)

Les cristaux les plus intéressants ont de 4 à 5 mm.; ils sont presque toujours constitués au centre par un cristal p m, souillé par des inclusions ferrugineuses, (fig. 41) et entourés par une bordure transparente, jaune, riche en faces.

Les cristaux de ce genre qui sont représentés par les figures 42 à 47 sont d'ordinaire également développés suivant les axes a et b. Dans la zone verticale, ils présentent un certain nombre de prismes : m presque toujours terne, g^2, h^3 (210), h^5 (320), souvent courbe et brillant, alors que presque toujours h^1 et g^1 sont éclatants. Il faut y ajouter le



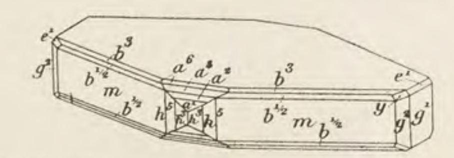


Fig. 42 et 43,
Barytine de Romanèche.

prisme nouveau, $g^{13/7}$ (3.10.0), que je n'ai trouvé que sur un seul cristal (fig. 47) et dont les faces sont très brillantes.

Dans la zone ph^1, a^4 est toujours petit et très fréquent, a^2 fréquent; a^6 (106) est rare; a^1 est généralement bombé ou courbe et souvent remplacé par deux couples de faces vicinales; $b^{1/2}$, très fréquent, est associé parfois à b^3 (116), b^2 (114), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112); cette dernière forme est assez développée dans les cristaux où a^2, en zone avec lui, est plus large que d'ordinaire; y (122) forme dans la zone e^1 $b^{1/2}$ de très petites faces toujours brillantes. Les pyramides D

(1.2.16) de la zone $p\ y$ (fig. 47), j (616), de la zone $a^1\ b^{1/2}$ (fig. 45) sont nouvelles pour la barytine et ont été rencontrées dans plusieurs cristaux : j'ai trouvé en outre dans la zone $p\ g^2$, une pyramide voisine de Φ(131) (fig. 46).

L'examen microscopique de ces cristaux y montre la fréquence des inclusions liquides à bulle, des inclusions gazeuses, d'inclusions ferrugineuses distribuées en dendrites et enfin de cubes de fluorine.

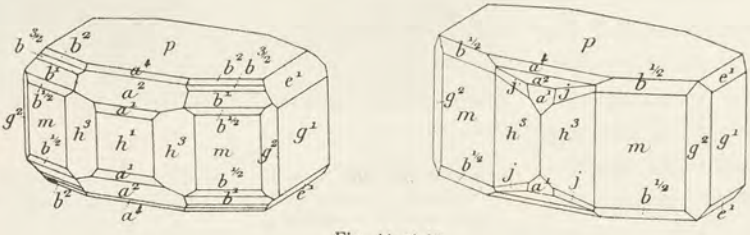


Fig. 44 et 45.
Barytine de Romanèche.

Tous les détails qui viennent d'être donnés se rapportent aux cristaux des parties profondes, surtout ferrifères, de la mine : dans les parties superficielles, exclusivement manganésifères, la barytine se rencontre dans des géodes de romanéchite mamelonnée et elle est généralement moins riche en formes ; ce sont le plus souvent des lames, blanches et opaques, $p\ m$, avec accessoirement a^2 et e^1 ; il faut faire exception

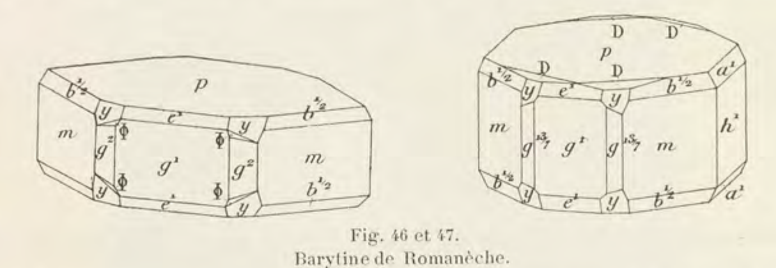


Fig. 46 et 47.
Barytine de Romanèche.

cependant pour quelques échantillons remarquables. La figure 229 de la p. 564 du tome III représente de petites lames blanches et opaques au centre ($p\ m$), transparentes sur les bords, qui rappellent celles décrites plus haut, mais les nombreuses faces qui les bordent sont tellement corrodées qu'il est impossible de les mesurer avec précision. Ces cristaux, réunis par groupes, sont implantés sur des scalénoèdres de calcite pseudomorphisés en romanéchite.

D'autre part, j'ai rencontré de petits cristaux parfaitement transparents dans un mélange de barytine, de quartz et de fluorine, constituant un produit de recristallisation au milieu d'une géode de romanéchite. La figure 48 représente l'un d'eux, qui est remarquable par l'existence de la pyramide peu commune e_2 (132), formant une étroite bordure entre m et e^1.

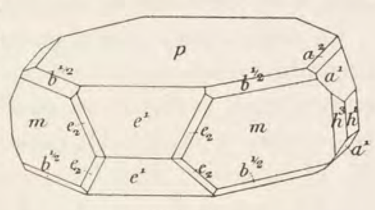


Fig. 48.
Barytine de Romanèche.

La combinaison la plus habituelle dans ces agrégats cristallins consiste en tables aplaties suivant la base, allongées suivant a et ne présentant distinctes que les formes p, g^1 et m. La figure 49 représente un curieux groupe de cristaux de ce genre, implantés sur fluorine néogène et



Fig. 49.
Cristaux corrodés de barytine (Type III), implantés avec fluorine sur romanéchite. Romanèche. (*Photographie réduite d'un tiers environ.*)

romanéchite ; ces cristaux sont profondément corrodés ; ils ont leur surface dépolie.

En terminant, je signalerai à Romanèche l'existence de paramorphoses analogues à celles de Chizeuil, mais le plus souvent le cristal de barytine sur lequel s'est déposée la limonite est encore intact.

Vosges. — [*Alsace*]. Daubrée a signalé (*Desc. géol. Haut-Rhin.* 1852.97) dans l'hématite de la mine de Lampertslosch des cristaux rouges ou incolores de barytine.

Ce minéral est peu abondant à Framont, il y forme des agrégats cristallins rosés surtout associés à dolomite, calcite, hématite et chalcopyrite ; on y distingue aussi des cristaux aplatis suivant p, appartenant aux types I et II, avec comme formes dominantes p, m, a^2, e^1, h^1, g^1 (Carrière, *Ann. Soc. émul., Vosges.* V. 1849. pl. 4). M. Ungemach a trouvé (*B. S. M.* XXXI. 193. 1908) quelques cristaux plus complexes : $p\ a^2\ a^{8/3}$ (308) $a^3\ a^4\ m\ h^1\ h^3\ h^5\ g^3\ g^2\ g^1\ e^1\ b^{1/2}$ (fig. 50). D'autres, de couleur rosée, aplatis suivant p, avec en outre $a^1\ e^1\ m\ h^1\ g^1$, sont clairsemés dans les druses de l'hématite massive. Enfin, des

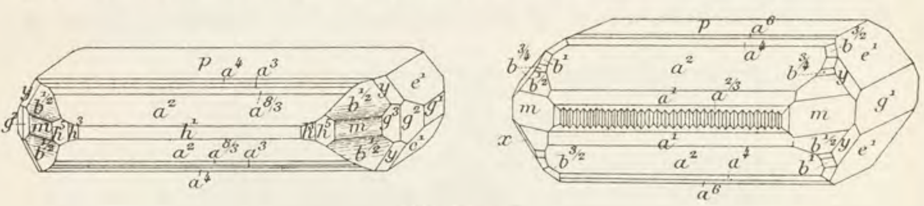


Fig. 50 et 51.
Barytine de Framont (*Vosges*).

lames blanches sont associées au quartz et à la dolomite ferrifère ; elles forment des groupes en éventails autour de l'axe b et présentent les formes suivantes p, a^2, a^1, $a^{2/3}$, a^4, a^6, m, h^1, h^3, g^1, e^1, $b^{1/2}$, $b^{3/4}$ (223), b^1, $b^{3/2}$ (113), y (122) (fig. 51).

[*Lorraine*]. La barytine se rencontre dans le filon d'hématite de Creutzwald (Jacquot. *Descr. géol. et min. du dép. de la Moselle*, 1868).

Algérie. — *Constantine.* Des cristaux ($p\ a^4\ a^2$, avec parfois m et e^1), de barytine, allongés suivant b, se trouvent dans les cavités du minerai du Djebel-Ouenza.

Dans les fentes de roches diverses ou dans les filons spéciaux.

La barytine se rencontre dans beaucoup de régions, dans les fentes des roches les plus variées, éruptives ou métamorphiques. Elle y tapisse des cavités ou même parfois constitue de véritables filons, dans lesquels ne se trouve pas d'autre minéral ; j'étudie ces gisements dans un paragraphe distinct de celui des filons concrétionnés, bien qu'ils soient dus à une cause analogue, parce que les cristaux que l'on y observe ont souvent une physionomie spéciale. J'ai placé aussi dans

cette catégorie quelques gisements de barytine de roches sédimentaires, dont l'origine profonde n'est pas douteuse, bien qu'on les ait souvent considérés autrement à cause de la présence d'épigénies de fossiles en barytine. La barytine des arkoses triasiques du Morvan est dans ce cas ; elle est souvent associée à des mouches de galène et de blende et établit le passage aux véritables filons concrétionnés de galène et de barytine, qui ne sont pas rares dans la même région. La barytine étant indépendante de la nature de la roche encaissante, il m'a paru inutile de grouper ces divers gisements suivant la composition de celle-ci.

Flandre. — *Nord*. Les fentes des couches houillères de la mine Saint-Mark à Anzin ont fourni des cristaux de barytine aplatis suivant p, allongés suivant l'axe a et présentant en outre des faces m, des clinodômes très surbaissés, mais peu mesurables. Ces cristaux, associés à la pyrite, ont parfois les faces p jaunes et transparentes, alors que toutes les autres faces sont blanches et opaques. Des cristaux transparents et incolores ont été aussi trouvés à Anzin sur calcite ; ils appartiennent au type II b (e^1 p m a^2) (voir à célestite).

Normandie. — *Manche*. Le granite de Saint-Vaast-la-Hougue et de l'île de Tatihou est traversé par des veinules de barytine, au milieu desquelles se trouvent des géodes de cristaux translucides jaunâtres du type I. Leurs faces prismatiques sont parfois blanches et opaques et bordées par des facettes a^x et b^x correspondant à des formes très obtuses présentant les mêmes caractères d'opacité.

Calvados. Des cristaux de barytine ont été jadis rencontrés dans les fentes du terrain houiller de Littry.

Loire-Inférieure. — Un filon de barytine traverse la granulite de Miséri, près de Nantes ; des cristaux de fluorine, de pyrite accompagnent la barytine, qui forme souvent des groupements crêtés et se rencontre aussi en masses mamelonnées à structure finement fibreuse, avec zones diversement teintées ou possédant une couleur uniforme jaune-chamois. Il existe aussi quelques petits cristaux distincts du type II, présentant des groupements à axes rectangulaires, qui rappellent ceux de la barytine de la Courtade. Ces cristaux sont parfois encroûtés de calcédoine.

La barytine a été signalée avec dolomite dans les fentes des grès houillers de Montrelais [Baret (*op. cit*)]. Elle se trouve dans de sem-

blables conditions à la Chapelle-Launay (Béziers, *B. soc. nat. et méd. ouest*. 1905).

Vendée. — *Vendée*. Les micaschistes des Sables-d'Olonne (sur la côte) sont traversés par des veinules de barytine lamellaire, associée à de petits cubes de barytine jaunâtre ; les échantillons, que je dois à M. Lallier, rappellent ceux de Miséri.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La collection de Des Cloizeaux renferme un échantillon recueilli par lui au-dessus des Eaux-Bonnes, à la Hourquette, en face du pic de Ger ; c'est un calcaire paléozoïque creusé de cavités, que tapissent de petits cristaux ($p\ m\ a^2$) de barytine blanche ; dans le même gisement, se trouve un peu de quartz, de pyrite, de chalcopyrite.

Hautes-Pyrénées. On peut recueillir en blocs éboulés dans le chaos de Gèdre, sur la route de Gavarni, une très curieuse roche constituée par de la barytine blanche en cristaux de près d'un centimètre, enchevêtrés, dont les intervalles miarolitiques sont remplis par de la sidérite finement grenue (structure comparable à celle de la figure 27) : ils proviennent certainement de quelque filon se trouvant dans les granites voisins.

La collection du Muséum renferme un échantillon de quartz supportant de petites lamelles *p m* de barytine irisée, de la Piquette déras Lids ; ce sont celles dont il a été question tome I, page 268, et qui ont été autrefois inexactement prises pour de la coupholite.

De jolis cristaux bleuâtres de barytine se trouvent dans les fentes de la diabase ophitique de Pouzac ; ils ont jusqu'à 2 cm. 5 de plus grande dimension ; aplatis suivant *p*, ils sont allongés suivant l'axe *a* et présentent les formes $p\ m\ e^1$, avec parfois a^2.

Corbières. — *Hérault*. J'ai observé de la barytine laminaire et des pseudomorphoses plus ou moins complètes de cristaux de barytine (*p m*) en petits cristaux de quartz dans un filon de quartz situé au mur des schistes cristallins près du houiller de Graissessac (chemin du Bouïs, près Vérénous).

Cévennes. — *Gard*. De beaux cristaux de forme simple (*pm*), souvent laminaires et empilés suivant la base, ont été trouvés dans les fentes des assises houillères de Rochessadoule en Robiac.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les gisements de barytine de la Limagne fournissent un remarquable exemple de la production d'un minéral sur une vaste surface dans des conditions identiques et avec persistance des mêmes caractères.

La Limagne est une région naturelle, traversée par l'Allier ; elle est constituée par des sédiments oligocènes et miocènes, effondrés entre deux horsts granitiques. Elle est limitée du côté de l'Ouest par une faille, dirigée sensiblement Nord-Sud, et du côté opposé par une série de failles, qui, au voisinage de leur rencontre avec la première, sont orientées sensiblement Nord-Est. C'est sur les parois mêmes de ces failles ou à leur voisinage, aussi bien dans le granite que dans des sédiments et particulièrement dans les arkoses oligocènes, qu'abondent les cristaux de barytine. Voici l'énumération des gisements connus, dont le nombre pourrait être certainement augmenté. Je dois à MM. G. Lhéritier et Roux des précisions sur quelques-uns d'entre eux et des indications sur ceux que je n'ai pas visités moi-même. Le long de la faille occidentale, les gisements vont être énumérés en allant du Nord vers le Sud. Le plus septentrional[1] se trouve à la Roche-Pradière en Saint-Hippolyte et jusque dans le parc même de la station thermale de Châtelguyon ; les cristaux, petits ou de taille moyenne (2 à 3 cm.), sont implantés sur la granulite. Dans la gorge du Bout du Monde, à Enval, ils sont associés à la pyrite dans les fentes du granite : les cristaux sont plus gros qu'à Châtelguyon.

Le gisement le plus anciennement connu, dont les cristaux ont été décrits par Haüy, se trouve au-dessus de la station de Royat; c'est celui du Puy de Châteix. Ce puy, dont la base est constituée par des arkoses et le sommet par du granite, est entièrement sillonné par des filons de barytine. M. Lhéritier a trouvé en 1897, dans le granite du sommet, une fente, orientée Nord-Ouest, ayant de 40 à 60 centimètres de largeur ; elle a fourni des cristaux, dont quelques-uns atteignent plusieurs kilogrammes ; les beaux échantillons de la collection du Muséum proviennent de cette trouvaille.

Au Sud de Clermont, à l'entrée du ravin de Berzet, près de Ceyrat, de très jolis cristaux étaient encore abondants, il y a quelques

1. Il faut peut-être cependant rattacher à la même venue la barytine trouvée dans les fentes du granite à Saint-Hilaire-la-Croix au N.-O. de Combronde, et par suite au N. de Châtelguyon.

années, dans une carrière de granulite et dans les arènes granitiques des hauteurs voisines; ceux que j'y ai recueillis en 1900 ne dépassent pas 4 cm., mais sont remarquables par leur éclat.

Les gisements suivants sont compris entre la vallée de la Veyre et celle de la Couze de Chambon. On peut citer la côte de Charbouneyras, au-dessus de Saint-Saturnin, près du hameau de Randol, et tous les escarpements granitiques dominant, dans le voisinage, la vallée de la Monne; les cristaux de barytine roulés s'y trouvent partout dans les éboulis et les arènes granitiques. Dans la vallée du Lieuzon, au-dessus de la route d'Olloix, le frère Adelphe a trouvé dans le granite une fente de 20 à 40 cm. de largeur, qui a fourni des cristaux, dont j'ai examiné un très grand nombre. De l'autre côté du même ruisseau, un gisement très important, mais difficile à voir, se trouve en bas de la Côte du Bois (da Bo, en patois, ce qui a été souvent traduit par Côte d'Abo). La fente, orientée Nord-Ouest, a de 0, 60 à 0, 80 cm. de large ; elle est tapissée de cristaux adhérents au granite et dont quelques-uns atteignent 5 kg. Enfin, la barytine se trouve sans interruption sur les côtes granitiques comprises entre Chaynat et Champeix et, notamment à la Côte de Varenne, à Aubary en Saint-Julien près de Montaigu-le-Blanc, à Laveau en Champeix, et près de ce bourg, au-dessus du champ de foire près de l'intersection du chemin de Ludesse et de celui de Biolliat (filonnet dans filon de microgranite traversant le granite) ; les cristaux de ces trois derniers gisements sont parfois fort gros ; ce sont eux indistinctement, qui sont indiqués dans les collections comme provenant de Champeix. Le même minéral a été signalé aux environs de Grandeyrolles.

Quand on se dirige vers l'Allier, et sur la rive gauche, on rencontre la barytine dans les fentes des arkoses depuis Coudes jusqu'au pont de Longues situé en aval; les points à citer plus particulièrement sont le Pont de Longues et la source du Tambour. Un gisement important se trouve au sud de Coudes, sur la route d'Issoire, près du hameau de Veneix en Sauvagnat : ce sont les fentes des argiles oligocènes de ce point qui ont fourni la plupart des échantillons, étiquetés « Coudes » dans les collections.

Entre Issoire et Coudes, l'Allier traverse un lambeau granitique entouré de toutes parts par des sédiments oligocènes ; au delà de la rive droite de cette rivière, au-dessus de Roure, près du hameau de la Courtade, se trouve dans le granite un gisement célèbre de bary-

tine. Le point le plus riche est situé un peu au-dessous du Bois du Pi (des Pins); des cristaux se rencontrent aussi dans les arènes granitiques à 200 mètres plus bas, au fond de la gorge, à partir de l'endroit où elle prend le nom de Four-la-Brouque, rendu célèbre par le gisement d'orthose, qui n'en est pas très éloigné. Les plus abondants des cristaux ont de 4 à 5 cm., mais on en a trouvé pesant jusqu'à 5 kilogrammes.

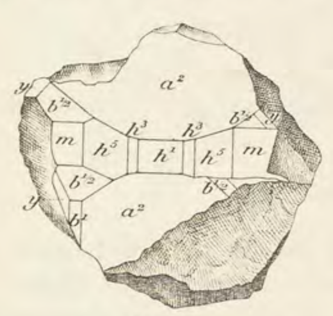


Fig. 52.
Barytine du Puy de Châteix.
(Projection sur h^1 (100).)

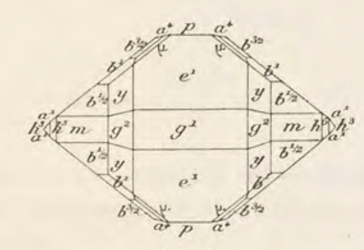


Fig. 53.
Barytine des environs de Coudes.
(Projection sur g^1 (010).)

Ils sont généralement indiqués dans les collections avec la mention de Four-la-Brouque. Je dois à M. Bielawski des cristaux provenant du ravin de Lalay, en Saint-Babel : dans la même commune, à la Croix-de-Bardine, M. Vigier a trouvé des cristaux de barytine creusés de cavités remplies par une argile ferrugineuse.

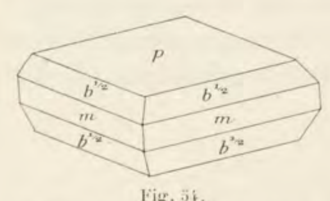


Fig. 54.
Barytine de La Roche-Pradière.
Type I.

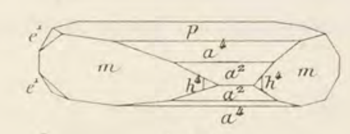


Fig. 55.
Barytine de la Limagne. Type I.
Forme commune.

J'ai étudié d'assez jolis cristaux de petite taille, trouvés vis-à-vis de Sarlan, village situé un peu plus à l'Ouest, au Sud-Ouest d'Yronde.

Les gisements de barytine sont beaucoup moins nombreux le long de la faille limitant la Limagne du côté de l'Est. On trouve ce minéral à l'Est de Vic-le-Comte, à Langlade, dans les fissures d'un calcaire

compact, puis au-dessus de Billom, dans les arkoses des carrières d'Escollore, d'Église-Neuve, enfin plus au Nord-Est encore et tou-

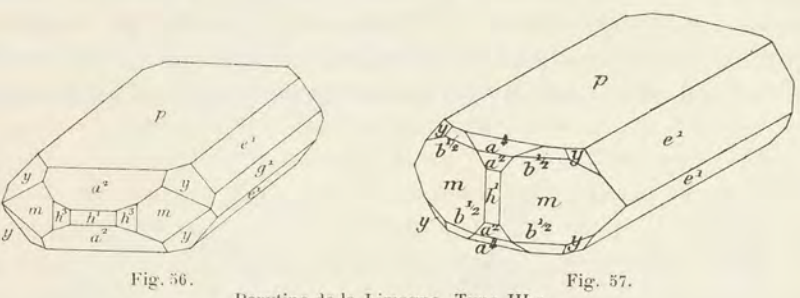


Fig. 56. Fig. 57.
Barytine de la Limagne. Type III *a*.
Formes communes.

jours dans les arkoses, sur la colline de Rocart, près de Lezoux; les cristaux de ce dernier gisement rappellent ceux du Puy de Châteix en moins gros; ils sont parfois encroûtés d'aragonite ou de limonite.

Fig. 58.
Barytine de la Limagne. Type III *a*.
Forme commune.

Dans tous ces gisements, la barytine ne forme pas le remplissage de filons; elle tapisse les parois de fissures et se trouve aussi en cristaux isolés dans l'argile ferrugineuse, qui remplit plus ou moins complètement celle-ci; dans les gisements granitiques transformés en arênes, on les recueille souvent libres sur le sol. Leur couleur est très caractéristique; ils ne sont presque jamais incolores et seulement dans quelques cas (Coudes) d'un gris enfumé pâle. Leur teinte

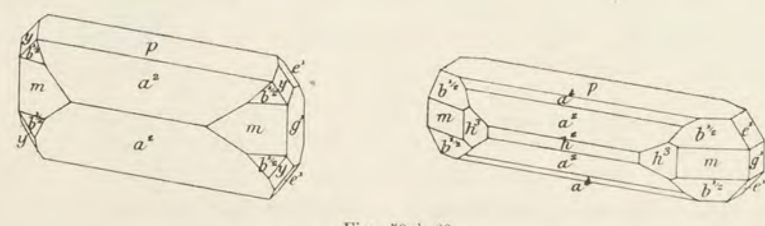


Fig. 59 à 60.
Barytine de la Limagne. Type III *b*.

dominante est le jaune de nuances variées et ils sont parfois d'une belle couleur ambrée. Dans quelques gisements (La Courtade), on trouve des

cristaux, dont les couches successives sont différemment teintées. Parfois (Champeix, Châteix, Coudes), une ou plusieurs faces de certaines formes (p, m, a^2, etc.) sont recouvertes de couches blanches nacrées, peu adhérentes, sur lesquelles les clivages sont nettement visibles.

Dans tous ces gisements, les gros cristaux sont toujours pauvres en

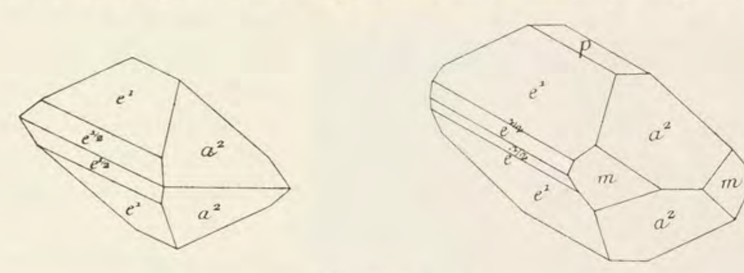
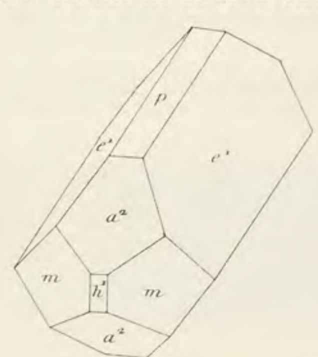


Fig. 60 à 61.
Barytine du Puy de Châteix. Type IV *b*.

faces ; ceux de petite taille sont parfois au contraire assez compliqués. Certaines formes se rencontrent dans tous les gisements : p, m, a^2, e^1, $b^{1/2}$; a^4 (104), h^1 (100), g^1 (010), $e^{1/2}$ (021) sont moins fréquents. D'autres formes ne se trouvent qu'accidentellement ou dans des gisements déterminés, les suivantes ont été signalées par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV. 174. 1891) ou observées par moi : a^6 (106) (Champeix),



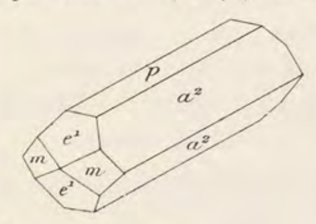


Fig. 62 et 63.
Barytine de la Limagne (Type IV *c*). Formes communes.

$e^{3/2}$ (023), $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), μ (124) (Coudes), h^3 (210) (Châteix, la Courtade), h^5 (320) (Châteix), g^2 (130) (Lieuzon), y (122) (Châteix, Saint-Saturnin, Champeix, Coudes, Lieuzon).

Ces différentes formes se groupent pour donner naissance à des combinaisons variées. Dans le type I *a*, les formes dominantes sont p m (fig. 3) ; quand a^2 est très développé, cela entraîne un certain allongement suivant l'axe b (fig. 4).

La figure 54 représente une combinaison dans laquelle $b^{1/2}$ et m sont également développées : je la connais à La Roche Pradière, à Enval, à Lieuzon. Dans cette dernière localité, les cristaux présentent en outre de petites faces a^2, a^1 et parfois g^2, e^1, y.

Les cristaux du type IIIa et IIIb (fig. 6 et 7) sont parfois moins aplatis, [les cristaux de grande taille sont souvent dans ce cas (Champeix)] ; ce type qui est le plus riche en faces : a^2, e^1, b^1, m, h^1, h^5, h^3, $b^{1/2}$ et

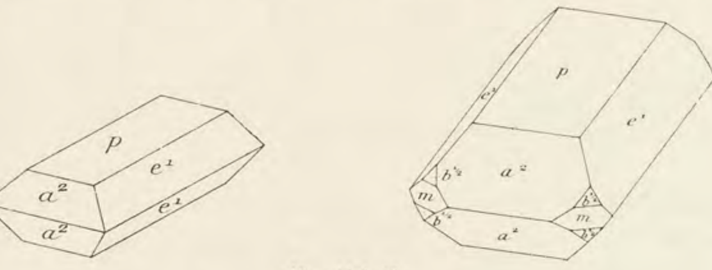


Fig. 64 à 65.
Barytine de Lieuzon (Type IV c).

y (fig. 52) (Châteix) : p, m, g^1, g^2, h^3, h^5, a^4, a^2, a^1, e^1, $b^{3/2}$, b^1, $b^{1/2}$, y, μ (fig. 53) (Coudes) ; dans aucun autre type, les faces de la zone verticale ne sont aussi nombreuses et aussi développées ; le type III a est plus fréquent que le type IIIb.

Parfois les cristaux présentent un aplatissement très marqué sui-

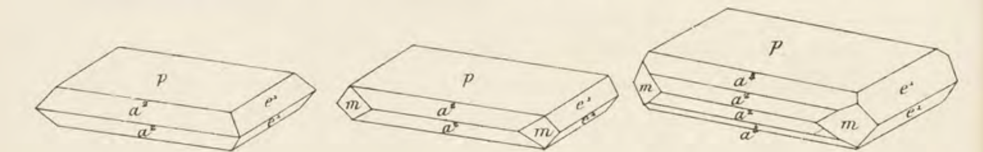


Fig. 66 à 68.
Barytine de la Limagne. Type IV b aplati suivant p (001). Formes communes.

vant p ; ce fait est réalisé seulement dans les cristaux de petite taille (La Roche-Pradière).

Non moins fréquents que les précédents sont les cristaux appartenant au type IV, dans lesquels les formes dominantes sont a^2 et e^1. Ces cristaux, à faciès octaédrique, sont tantôt isométriques, par suite de l'égal développement du macro et du brachydôme, tantôt au contraire, ils sont allongés, soit parallèlement à l'axe b (fig. 63), soit plus souvent parallèlement à a (fig. 60 à 62). Ce type est celui qui constitue

les plus gros cristaux ; la face p est souvent présente et alors plus ou moins développée (fig. 61 à 63) (Châteix, Champeix, la Courtade). Il passe au précédent, quand la face p étant assez large apparaît le prisme m, dont les faces atteignent le développement de celles de l'un des dômes (Châteix) (fig. 63).

Une modification fréquente de ce type est celle dans laquelle les cristaux sont très aplatis suivant p (fig. 66 à 68) ; elle est surtout réalisée dans des individus de petite et de moyenne taille (Ceyrat, Châteix, Lieuzon, Coudes, etc.).

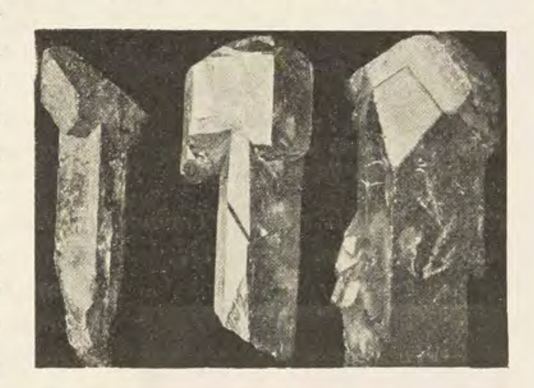


Fig. 69.
Groupement à axes parallèles de cristaux de barytine. La Courtade. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Les cristaux de la Courtade présentent parfois une apparence d'hémimorphisme par rapport à l'axe a, l'une des extrémités présentant seulement les faces a^2, tandis que l'autre offre en outre a^1, m et $b^{1/2}$.

Les gisements de la Courtade et de St-Babel fournissent des groupements à axes parallèles de cristaux du type IV; les figures 69 et 69 *bis* en représentent les modalités; tantôt un grand cristal est coiffé par un plus petit, de même forme, mais présentant parfois un développement de faces irrégulier (fig. 69), tantôt (fig. 69 *bis*) des cristaux plus petits sont embrochés sur un individu plus grand. Souvent ces cristaux présentent quelques particularités cristallographiques les distinguant de leur support ; c'est ainsi par exemple que dans les exemplaires représentés par les figures précitées, on voit la face p, largement développée dans les petits cristaux, manquer dans le grand. Des groupements de ce type se rencontrent aussi à Saint-Babel et aux environs de Coudes (Veneix en Sauvagnat), où ils sont par-



Fig. 69 *bis*.
Groupement à axes parallèles de cristaux de barytine. La Courtade. (*Photographie grandeur naturelle.*)

fois encroûtés d'aragonite fibreuse. C'est probablement d'un de ces gisements que provient un groupement de ce genre décrit par M. G. Struever (*Att. Accad. scienz., Torino.* VI, 368, 1871) (fig. 70), et sur l'un desquels se trouve $e^{1/2}$ (021).

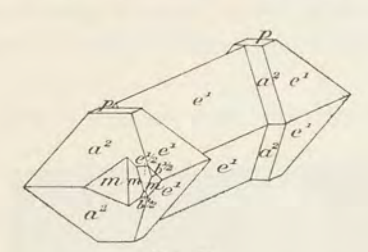


Fig. 70.
Groupement à axes parallèles de cristaux de barytine du Type III.

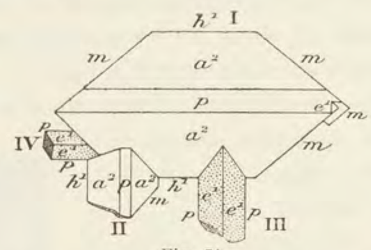


Fig. 71.
Groupement de cristaux de barytine de Champeix [Projection sur p (001)].

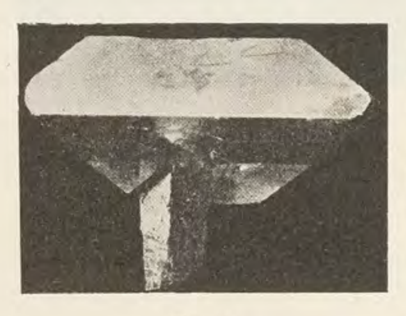


Fig. 72.
Groupement rectangulaire de cristaux de barytine de Champeix.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Dans les environs de Champeix, se rencontrent assez fréquemment des entrecroisements à angle droit. La figure 71, empruntée à M. Gonnard (*B. S. M.* XIII. 304. 1890) représente la projection sur p de groupements de ce genre. On y voit, implantés sur un gros cristal, deux plus petits ; II a son axe b parallèle à l'axe a du grand cristal I et son axe a parallèle au b de celui-ci ; on peut admettre qu'il s'agit là d'une macle, dont le plan théorique serait voisin de g^{10} (9.11.0), car l'angle $h^1 g^{10} = 44°52'$ (normales). Les axes a des deux cristaux I et III coïncident, mais l'axe c de III est parallèle à b de I.

Il a été question, page 53, des figures de corrosion qui sont assez fréquentes sur les cristaux de ces gisements de la Limagne.

M. Vigier m'a signalé l'existence de cristaux de barytine dans les fentes du granite de Dauzat-en-Vodables : ils sont blanchâtres ou jaunes, leurs formes sont assez nombreuses : p, m, h^1, g^1, g^3, a^6, a^4, a^2, e^1, $b^{1/2}$ et sans doute quelques autres.

A l'extrémité occidentale du même département, de jolis cristaux de barytine ont été rencontrés dans les fentes des grès houillers de

Messeix. Ils sont allongés suivant l'axe a ; les formes dominantes sont a^2 et a^4, avec en outre m, $b^{3/2}$, $b^{1/2}$, h^1, a^1, e^1, etc.

Haute-Vienne. Filon épais de barytine lamellaire dans le gneiss du Moulin de Lagarde en Limoges, à Mazerolas et au Pont Rompu ainsi qu'au Mazet et près du Vigen.

Corrèze. Des cristaux de barytine et de calcite se trouvent dans les fentes des grès houillers de Chabrignac. Aplatis suivant p, ils présentent en outre a^2 et e^1 et sont empilés souvent en grand nombre parallèlement à leur base.

M. Puyaubert m'a signalé l'existence de beaux échantillons lamellaires de barytine recouvrant des cristaux de calcite dans les diaclases des schistes ardoisiers d'Allassac.

Le même minéralogiste m'a communiqué des cristaux transparents provenant des fentes de la granulite de Meyrignac de Bar, à 3 kilomètres d'Argentat ; ils tapissent les cavités de barytine blanche lamellaire ; aplatis suivant la base, ils sont très allongés suivant l'axe b et ne présentent souvent en outre que des faces prismatiques h^1, h^3 (210), m, avec quelquefois g^2, $b^{1/2}$, e^1. Ils rappellent donc les cristaux de Chizeuil, mais avec aplatissement suivant p. Ils sont fréquemment groupés à axes parallèles. Il existe aussi de petits cristaux opaques d'une combinaison (p h^1, e^1) étudiée page 127, dans la célestite, fig. 29.

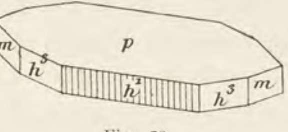


Fig. 73.
Barytine de Meyrignac de Bar. Type II a.

Les cristaux de barytine sont fréquents dans les fentes du terrain houiller ($p\,m\,h^1$; $p\,m\,a^1$; $p\,m\,a^2\,e^1$), notamment à Rive-de-Gier.

Loire. Nombreux filons de barytine qui sont peut-être en partie à rapporter aux filons concrétionnés plombifères : Dizimier, Juri (mouches de galène), les Puys près Vincelles, Cornillon, près Firminy (avec blende), Bully (avec calcédoine), Luce, Fontieure, Ambierle (avec quartz et fluorine), etc.

Isère. Les filons quartzeux d'Estressin en Vienne renferment en abondance de la barytine et de la fluorine. Drian y a signalé (*Min. env. Lyon.* 1849. 349) des pseudomorphoses de cristaux de barytine ($a^2\,e^1\,p$) en quartz finement grenu.

Blum a décrit (*N. Jahrb.* 1849. 845) de curieux cristaux de barytine constitués uniquement par $b^{1/2}$ et p (type V) (fig. 74) ; ces cristaux, à arêtes arrondies, proviennent, a-t-il écrit, d'un filon traversant le granite des environs de Vienne ; ils sont accompagnés de quartz et d'adu-

laire. S'il n'était pas question de ce dernier minéral, on pourrait supposer que l'échantillon en question provenait de la mine de la Poype.

Fig. 74.
Barytine des environs de Vienne (*Isère*). Type V.

Rhône. La barytine constitue avec quartz des filons dans le granite de Régnié, notamment au voisinage de la gare de Cercié et au hameau de Châtillon (avec fluorine cubique (groupements crêtés) ; elle accompagne la fluorine de Vaux-Renard ; elle forme aussi avec quartz des veinules dans le granite des Briades en Saint-Étienne-la-Varenne.

Saône-et-Loire. Je dois à l'obligeance de M. Berthier une géode de cristaux jaunes de barytine recueillis dans les fentes du calcaire dévonien du Moulin Chambon (p e^1 a^2, avec parfois m) (fig. 66), sur la route de Bourbon-Lancy à Saint-Aubin.

A Couhars, près d'Autun, les fentes du granite renferment des cristaux (pm) de barytine, associés à de la galène et du quartz.

La barytine en cristaux crêtés abonde dans les arkoses triasiques du Morvan, du Mâconnais (Pierreclos en particulier) ; elle y est très fréquemment associée à de la fluorine, de la galène, du quartz, plus rarement de la blende, etc. Cristaux (p m) associés à dolomite dans les fentes du grès houiller de Blanzy.

Nièvre. Côte-d'Or. Yonne. Les arkoses triasiques renferment de la barytine sous la même forme et avec les mêmes associations : Pontaubert (p m), près Avallon ; à Pierre-Pertuis, jolies lames p m h^1 (cannelées verticalement) e^1, a^2, $b^{1/2}$ légèrement rosées dans les fentes du granite (*Yonne*). Corbigny (*Nièvre*), petites lames (p m a^2), souvent opaques au centre et transparentes sur les bords, avec cubes de fluorine. De beaux cristaux (p a^6 (106) a^3 (103) a^2 e^1 et quelquefois m) sont implantés sur les rhomboèdres de dolomite dans les fentes des grès houillers de la Machine (*Nièvre*).

Vosges. — [*Alsace*]. Les grès vosgiens du Kronthal près Morlenheim, sont traversés par des filonnets de barytine ou simplement tapissés par des cristaux du même minéral, pénétrant parfois dans le trias. Ils sont parfois fort beaux, atteignant 2 ou 3 centimètres de plus grande dimension. Ils appartiennent au type I et sont souvent très aplatis suivant la base ; ils présentent aussi les formes a^2 (102), e^1(011).

M. Valentin a étudié (*Z. K.* XV. 567. 1889) les figures de corrosion présentées par ces cristaux sur leurs faces p ; elles consistent en deux

lignes dont la bissectrice coïncide avec l'axe *a* et dont l'angle aigu (50 à 60°) est tourné tantôt en avant, tantôt en arrière, suivant les plages. Il existe aussi des figures de corrosion correspondant aux faces a^{50} (1.0.50), a^{20} (1.0.20), $a^{5/9}$ (905) et $b^{1/2}$ (111).

Daubrée a signalé (*Descr. géol. Bas-Rhin.* 1852, 297) des cristaux analogues à ceux du Kronthal, dans les fentes des grès des Vosges au Nord de Lampertsloch, dans les grès bigarrés de Soulz-les-Bains (quelquefois associés avec limonite dans les tiges de végétaux fossiles) et enfin dans le grès rouge de Lalaye.

Belfort. Filon de barytine lamellaire avec quartz, fluorine, malachite, etc., à Vétrigne (Meyer, *Bull. Soc. belfort. Emul.* 1908).

Alpes. — *Isère.* Les fentes du houiller de Peychagnard renferment de petits cristaux blancs opaques de barytine aplatis suivant *p* ($p\,m\,a^2\,a^4$).

Basses-Alpes. La barytine forme un filon à Curbans ; elle est d'un gris clair, à cassure esquilleuse ; d'après d'anciennes analyses, elle renfermerait 8,60 de sulfate de chaux (Landrin, *Dict. de Minéralogie*, 1852, 435).

Maures. — *Var.* Nombreux filons de barytine (souvent accompagnés de fluorine) ; celui de la Pegnière de Muy se trouve dans le granite ; il atteint 2 mètres de puissance ; celui de Beaume de Coutéou a jusqu'à 20 mètres et a été suivi sur près de 2 kilomètres.

Algérie. — *Oran.* Un filon de barytine a été signalé dans la chaîne du Tessala.

Haut-Sénégal. — M. de Zeltner m'a remis une barytine fibreuse formant un filon Nord-Sud de 2 mètres d'épaisseur dans les grès de la route de Kayes à Yélimani, à 400 m. de cette dernière localité.

Congo. — J'ai trouvé dans les fissures des grès verdâtres crétacés, renfermant une résine fossile de Bata, des placages blancs, translucides, constitués par de la barytine aplatie suivant la base.

Madagascar. — La barytine lamellaire forme des filonnets dans les grès liasiques de la côte Nord-Ouest, vis-à-vis Nosi-Bé, notamment Ampangorina. Le même minéral se trouve sur la route d'Antantanana, dans la région de Vohémar et aussi dans le quartier d'Ambodidempona à Tananarive (variété grenue à gros grains peu cohérents).

Nouvelle-Calédonie. — La barytine lamellaire blanche ou grise, dégageant par le choc une odeur infecte, se trouve en divers points de l'île et notamment dans la vallée de la Dumbéa.

2° *Dans les sources thermales.*

La barytine a été signalée comme produit de formation actuelle dans les sources thermales de quelques localités françaises, qui vont être passées en revue. Il y a lieu de faire remarquer que plusieurs de ces sources ont suivi d'anciens filons barytifères de quartz et peut-être n'est-il pas facile de faire la part qui revient dans la barytine en question au gisement originel et à une nouvelle formation. N'ayant visité aucun de ces gisements, je ne conclut pas, mais la néogenèse de ce minéral n'a rien que de très vraisemblable puisque dans certains filons (Romanèche), on constate des cristallisations de barytine d'âge relativement récent, formées aux dépens d'autres plus anciennes. Notons enfin que les analyses de M. Wilm ont montré l'existence de traces de baryum dans l'eau de Lamalou et que, d'autre part, la barytine est connue comme produit récent de quelques sources thermales étrangères.

Corbières. — *Hérault*. Les sources thermales bicarbonatées de Lamalou (31 à 38° C.) sont en relation avec des filons quartzeux et barytifères autrefois exploités pour cuivre et plomb. Au pied du coteau de l'Usclade, derrière les bains de Lamalou-Bas, à la limite des schistes paléozoïques et du trias, une tranchée a été ouverte autrefois, au voisinage des filons, sur des suintements d'eau minérale. François a ainsi découvert (*C. R.* LIII. 1007. 1861) au milieu des schistes très altérés, des cavités remplies par l'eau minérale et incrustées par un mélange de cristaux de barytine, de quartz et de pyrite, qu'il a regardés comme des produits de formation actuelle.

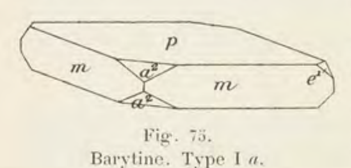


Fig. 75.
Barytine. Type I *a*.

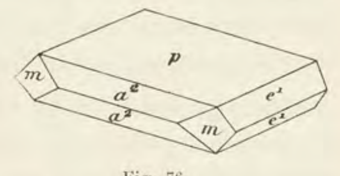


Fig. 76.
Barytine. Forme commune.

Les cristaux de ce gisement que j'ai eu l'occasion d'étudier appartiennent au type I; aplatis suivant *p*, ils présentent les faces *m* bien

développées et offrent en outre a^2 (fig. 75), a^4, e^1 (fig. 76) et parfois $b^{1/2}$; dans certains cristaux, le grand développement des faces a^2 ou e^1 conduit aux types III et IV. Ces cristaux sont éclatants, surtout quand ils sont de petite taille; ils atteignent 2 centimètres de plus grande dimension. Ils passent par étapes insensibles à des lamelles extrêmement minces qui possèdent les mêmes formes.

Puy-de-Dôme. De beaux cristaux de barytine jaune, ayant l'aspect de ceux des autres gisements de la Limagne, se trouvent à l'émergence des eaux du Tambour, sur les bords de la rive gauche de l'Allier au pied du Puy Corent; ils sont associés à du quartz, de l'aragonite, de la limonite et c'est probablement une couche extrêmement mince de celle-ci qui donne parfois à ces cristaux leurs belles irisations superficielles; la forme dominante est celle du type I, mais on y trouve aussi des cristaux du type IV. J'ai étudié un fort joli cristal présentant les formes, p, h^1, h^5, m, g^1, a^4, a^2, e^1, $b^{1/2}$.

Vosges. — *Haute-Saône.* Les sources chaudes de la Chaudeau, près Plombières, sourdent dans le granite par des fentes incrustées de quartz et de barytine.

Aux Fontaines chaudes, près Luxeuil, les sources se trouvent dans les grès vosgiens et la barytine s'y présente en cristaux volumineux.

Les sources carbonatées froides de Bussang offrent un phénomène analogue. Les parois des griffons sont tapissées d'une croûte de 1 centimètre de barytine, supportant des cristaux qui atteignent 3 cm. de plus grande dimension (analyse p). Ils sont recouverts par une ocre jaune renfermant 0,70 °/₀ d'As^2O^5, d'après Braconnier (in *Rev. géol.* Delesse et de Lapparent, XIII. 223. 1877).

3° *Dans les formations sédimentaires.*

La barytine est beaucoup plus fréquente qu'on ne le suppose généralement dans les formations sédimentaires. J'ai trouvé dans diverses collections, sous la dénomination de célestite, beaucoup des documents étudiés plus loin.

Dans les assises paléozoïques.

J'ai signalé plus haut quelques cas de formation de barytine dans les fentes de roches houillères; peut-être ce minéral n'y est-il pas toujours d'origine filonienne et devrait-il être rapporté ici.

Bretagne et Anjou. — D'après Rouault (*B.S.G.* VI. 69. 1849), la carapace de certains trilobites (*Ogygia* et *Nileus*) des schistes siluriens de ces régions est transformée en barytine lamellaire ; la transformation en pyrite est beaucoup plus fréquente.

Vendée. — *Vendée*. De gros cristaux de barytine ont été rencontrés dans les fentes des rognons de sidérite lithoïde du bassin houiller de Vouvant (Faymoreau).

Plateau Central. — La barytine a été signalée dans les mêmes conditions qu'à Vouvant, dans divers grès du bassin de Saint-Étienne et notamment à Rive-de-Gier (mine du Treuil).

Vosges. — *Haute-Saône*. Dans les rognons de sidérite lithoïde des mines de Ronchamp et de Champagney.

Dans les assises secondaires.

a) Dans le trias.

La barytine est fréquente en mouches ou en filonnets dans les arkoses triasiques ; son association avec des sulfures et sa liaison avec de véritables filons de la même substance rendent vraisemblable dans ce cas son origine filonienne et c'est pourquoi je me suis occupé plus haut de ce genre de gisement ; il s'agit ici d'une autre catégorie.

Normandie. — *Calvados*. Les calcaires cambriens de Laize-la-Ville sont recouverts par des grès triasiques ; au contact des deux formations se trouvent de petits amas de barytine lamellaire ou concrétionnée.

La figure 77 reproduit la photographie d'un échantillon de cette dernière variété, rappelant beaucoup celle de Chaudefontaine en Belgique : l'allongement des fibres a lieu parallèlement à l'arête $p\,g^1$.

La barytine sert aussi de ciment au grès triasique. La figure 78 montre la structure microscopique de cette barytine, dont les lamelles enveloppent des grains de quartz et les feldspaths de la roche sédimentaire, les lames sont aplaties suivant p (001) : leurs sections transversales (perpendiculaires à p) simulent un allongement qui est tou-

jours de signe positif, puisque $\mathbf{n}_p$ est toujours transversal. Ces lames



Fig. 77.
Barytine concrétionnée à structure fibreuse de Laize-la-Ville.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

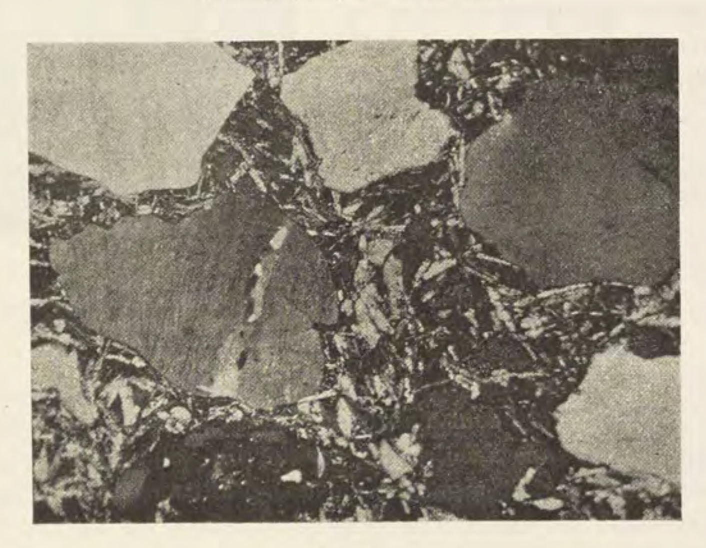


Fig. 78.
Grès à ciment de barytine de Laize-la-Ville. (*Photographie en lumière polarisée parallèle. Grossissement de 33 diamètres.*)

s'empilent parfois à axes parallèles et leur section a un aspect chondritique.

Morière a signalé (*Mém. Soc. Lin. Normandie.* VIII. 1849) l'existence de cristaux nets, isolés dans l'argile ; j'ai étudié les échantillons qu'il a donnés jadis au Muséum. Les masses fibrolamellaires du même minéral incrustées sur les parois du calcaire se terminent aussi parfois du côté de l'argile par une couche hyaline de cristaux jaunes ou blancs offrant les formes p, e^1, m, a^2 et entre m et e^1, une pyramide terne qui paraît être e_2 (132) (voir fig. 48) ; leur axe a est implanté perpendiculairement à la paroi. Quant aux cristaux isolés, ils atteignent 5 centimètres suivant l'axe b d'allongement ; ils sont très aplatis suivant p et présentent généralement développées les formes a^4(104), a^2(102) et a^1 (101) ; ils sont généralement brisés et n'ont qu'une extrémité nette ; elle présente les faces g^1, e^1 et $b^{1/2}$ (fig. 79). Ces cristaux sont trans-

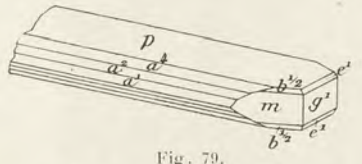
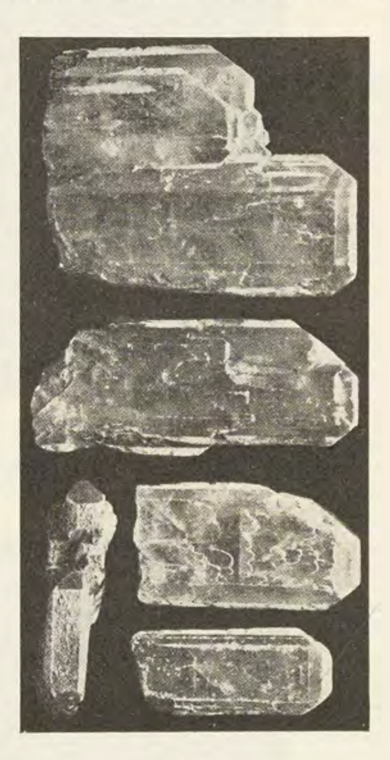


Fig. 79.
Barytine de Laize-la-Ville.


Fig. 80.
Barytine de Laize-la-Ville.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

parents ou fortement translucides et d'un gris de fumée ; toutefois les faces a^1, g^1, e^1 et $b^{1/2}$ sont d'un blanc laiteux par suite de l'existence d'une mince zone superficiellement opaque (fig. 80) ; la face g^1 est en outre raboteuse (fig. 80 à gauche en bas). Par transparence, on constate l'existence de zones d'accroissement offrant les mêmes formes que le cristal définitif.

Vendée. — *Vendée.* La barytine lamellaire blanche ou rosée sert de ciment à une arkose, reposant sur le gneiss à l'Hermeneau et à Saint-Cyr-des-Gats ; localement (les Vaudières), elle devient prédominante.

[**Alsace**]. — Dans les carrières du calcaire à *trochites*, exploité à Tempelhof, près Bergheim, se rencontrent des cristaux de barytine implantés sur le calcaire ou servant de gangue à de très beaux cristaux violets ou gris de fluorine ; dans ce dernier cas, la barytine, laminaire, se termine çà et là dans les cavités par des cristaux polysynthétiques dépassant 5 cm. La barytine de cette localité a été décrite par M. Feurer (*Mitt. Geol. Landesanst. Strassburg* 1893) et par M. Ungemach (*B. S. M.* XXI, 196. 1908) ; la figure 81 représente, d'après ce dernier auteur, une combinaison des grands cristaux polysynthétiques.

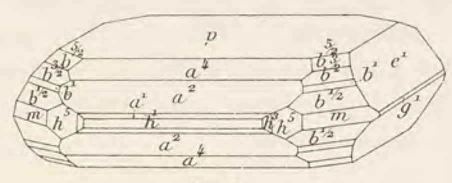


Fig. 81.
Barytine de Bergheim.

On y remarque parmi les formes peu communes $b^{3/2}$ (113), $b^{5/2}$ (115). M. Feurer a signalé l'existence de nombreuses formes dans de petits cristaux : p, a^2, a^1, a^4, $a^{6/5}$ (506), h^1, m, h^3, h^5, g^1, e^1, $b^{1/2}$, $b^{3/2}$, b^2, $b^{5/2}$, b^3 (et deux faces vicinales de cette pyramide), et enfin y (122). M. Ungemach a trouvé en outre a^8 (108) et $a^{8/3}$ (308).

Algérie. — *Oran*. M. Flamand m'a signalé l'existence de cristaux blancs (pma^2 ; pe^1a^2) dans plusieurs gisements gypseux du Sud-Oranais ; Aïn Ouarka (cercle d'Aïn Sefra), Djenien-bou-Resk dans la région de Figuig, Mouilah des Arbaouah (Arba tahtoui) (cercle de Géryville), Djebel Melah de Keragda (sud-ouest de Géryville), El Khader (ou est-sud-ouest de Géryville), Djebel Melah (Mecheria) (Dir-Chemachen), Guelib-el-Thir entre Charef et Zénina. Ils accompagnent les cristaux bipyramidés de quartz et l'hématite lamellaire.

Madagascar.— C'est sans doute au trias qu'il faut rapporter des argiles rouges surmontant les grès permiens de Sakamasay, sur la rivière du même nom (Pays Mahafaly). M. Colcanap m'a communiqué des rognons de barytine qu'il y a rencontrés.

b) *Dans le jurassique.*

Normandie. — *Orne*. Au hameau de la Boissière, près de la carrière de granulite de Hertré (à 1 km. d'Alençon), on rencontre dans une couche de sable rouge dépendant de l'arkose (bajocien) d'Alençon de nombreux fossiles (*Lima proboscidea*, polypiers, etc.) transformés

en barytine, parfois associée à de la galène, de la blende, etc. (*B. S. G.* VIII. 334. 1837). Des cristaux de barytine se trouvent aussi à Alençon même.

Calvados. La barytine a été signalée dans les calcaires hettangiens d'Osmanville.

Poitou. — *Charente*. La barytine épigénise des bélemnites dans les marnes du lias inférieur d'Epénède ; dans ce gisement se trouvent aussi des géodes de cristaux crêtés.

Périgord. — *Dordogne*. Les assises jurassiques, en contact avec les filons manganésifères et barytiques de cette région, ont souvent leurs fossiles transformés en barytine ; tel est le cas des bélemnites de Gansoudières.

Bourgogne. — *Yonne*. Des rognons de barytine, associés à de la sidérite, de la pyrite et de la galène, se trouvent dans le calcaire à gryphées de Saint-Valentin.

Côte-d'Or. M. Collot a montré (*C. R.* CXLI. 832. 1905) que les boules crêtées du lias supérieur de l'Auxois à *Turbo subduplicatus*, décrites comme polypiers (*Astrea confluens*) ou comme spongiaires (*Stellispongia fasciculata*), ne sont que des pseudomorphoses incomplètes de barytine en calcite.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. La barytine m'a été signalée par M. Nicklès dans le lias inférieur à *Am. bifrons* et le toarcien (zones à *Amm. toarsensis* et à *Amm. aalensis*), des environs de Nancy ; ainsi que dans le toarcien de Thil, près Longwy (grands cristaux (p m), d'un blanc rosé, engagés dans le calcaire).

[*Lorraine*]. Des lames (p m) de barytine blanche ont été trouvées dans des géodes au milieu de la limonite oolithique du lias supérieur des environs de Metz. La collection du Muséum en possède un échantillon, dans lequel la barytine, en partie transformée en calcite, se trouve à l'intérieur d'un nodule de limonite.

La même collection renferme des échantillons de calcaire gris des environs de Vic contenant des nids de lames crêtées de barytine d'un rouge jaunâtre.

Jura. — *Jura*. M. Collot a signalé (*op. cit.*) des pseudomorphoses de barytine en calcite sur des ammonites pyritisées de la zone à *Amm. Renggeri*.

Doubs. Des boules hérissées de pointements brisés du kimeridgien de Pesmes sont, d'après le même géologue (*op. cit.*), des pseudomorphoses partielles de barytine en quartz ; il en serait de même des concrétions siliceuses et calcaires des marnes oxfordiennes de Palante, près Besançon, dans lesquelles il ne reste plus de barytine.

Alpes. — *Isère.* Le callovien de Mens renferme des rognons de barytine, associée à de la malachite.

Hautes-Alpes. Rognons radiés dans les marnes de Châtillon-le-Désert.

Provence. — *Bouches-du-Rhône.* Barytine lamellaire dans les ammonites pyriteuses du callovien inférieur de Saint-Marc, près Aix (vallée de Vauvenargues) (Collot, *op. cit.*).

c). *Dans le crétacé.*

Alpes. — *Drôme.* Sc. Gras signale (*Statist. minér. Drôme.* 1835. 81) l'existence de nodules ovoïdes de barytine dans les marnes aptiennes de Comps.

Hautes-Alpes. — Les marnes aptiennes de Peyssier, au pied orien-



Fig. 82.
Rognons de barytine de Peyssier. (*Photographie réduite d'un tiers.*)

tal de la Montagne d'Aujour, à l'Ouest de Barcillonnette, dans le Dévoluy, renferment de gros nodules concrétionnés d'un gris noir, à structure compacte (fig. 82), dont l'intérieur est parcouru (fig. 83) par

des veines fibrolamellaires jaunes, constituées par des cristaux de



Fig. 83.
Section transversale du rognon de barytine représenté par la figure 82.

barytine, dont les intervalles sont remplis par de la calcite ; ils sont



Fig. 84.
Lame taillée dans l'échantillon de la figure 82 (*Lumière polarisée parallèle, grossissement de 30 diamètres*).

allongés suivant b et présentent a^2 et e^1 comme formes dominantes.

L'examen microscopique atténue la différence si nette qui existe macroscopiquement entre la masse compacte et les veines. L'une et les autres sont constituées par de la barytine, mais celle-ci y présente des structures différentes. Dans la partie compacte, elle forme des lamelles aplaties, groupées en gerbes qui, dans les lames minces, offrent l'aspect des groupements de baguettes annelées, comparables à celles des chondres d'enstatite des météorites ; comme elles, elles sont souvent palmées, ramifiées. De la calcite remplit les intervalles des segments de ces groupements chondritiques ; elle est aussi englobée par la barytine elle-même. D'autres plages rappellent davantage les microlites palmés de certaines andésites (fig. 84). Quant à la barytine des veines, elle est finement grenue, limpide et dépourvue d'inclusions de calcite.

Des cristaux de barytine se trouvent aussi dans les septarias de l'aptien de Bruis et des environs de Serres.

Basses-Alpes. M. Collot m'a communiqué de petites masses clivables de barytine jaunâtre, qui remplissent l'intérieur des ammonites pyriteuses de l'aptien supérieur à *Amm. Milleti* du Col de Moriez.

Algérie. — *Alger*. Les marnes bleuâtres sénoniennes du Bordj du Caïd Tahar, à 7 km. au Sud de Marengo, et de Masséna près Orléansville, ainsi que de nombreuses autres localités, renferment des nodules de barytine, pouvant atteindre 5 cm. de diamètre : elles sont constituées par des cristaux bacillaires, divergeant du centre qui est parfois occupé par de la calcite. Ces nodules sont identiques à ceux du Mont Paterno, près Bologne, qui ont eu une grande célébrité dans l'ancienne minéralogie, sous le nom de *pierre de Bologne* (phénomènes de phosphorescence dans l'obscurité de la poudre ayant été chauffée au rouge).

Tunisie. — Des rognons de barytine semblables aux précédents abondent dans les marnes aptiennes et surtout dans les marnes sénoniennes de la Régence. M. Pervinquière, qui me les a signalés, m'en a remis des échantillons, provenant des environs de Sidi-Abd-el-Kerim et du Bordj Bargon.

Je dois à M. Descoux de gros cristaux blancs ($pa^2 a^4 e^1$ aplatis suivant p et allongés suivant l'axe a), et des masses lamellaires provenant des assises crétacées de la région de Gafsa.

d) *Dans les assises tertiaires.*

Bassin de Paris. — La célestite est très abondante dans les assises tertiaires du Bassin de Paris, par contre la barytine n'y a été rencontrée que dans les trois gisements suivants.

Seine-et-Marne. M. L. Janet l'a trouvée (*B. C. F.* XV. 156. 1904) sous forme de nodules tendres et pulvérulents à la base des glaises vertes de Mortcerf.

Seine. M. Termier à décrit un agrégatde petites tables de barytine cimentées par une argile rouge, rencontrée en rognons dans l'argile plastique de Suresnes (*B. S. M.* XXXI, 135, 1908).

Loiret. M. L. Janet a trouvé des rognons de barytine, semblables à ceux de Mortcerf, dans les argiles de la Sologne, à la Ferté-Saint-Aubin.

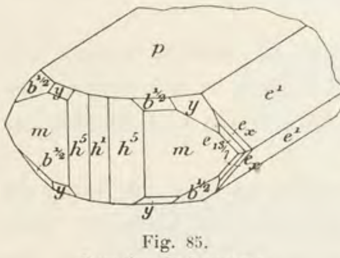


Fig. 85.
Barytine de Lauzerte.

Périgord. — *Tarn-et-Garonne.* Les calcaires marneux oligocènes de Lauzerte renferment des cavités contenant de gros cristauxde barytine verdâtre, translucide (5 cm.) ; ils sont aplatis suivant p et allongés suivant a ; j'y ai observé la combinaison suivante p m h^1 h^5 (320) e^1 $b^{1/2}$ y (122) et deux faces courbes de la zone $m\,e^1$, voisines de e_2 et oscillant entre $e_{13/7}$ (3.10.7) et $e_{27/13}$ (7.20.13) (fig. 85).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les belles géodes de calcite de Saint-Romain renferment quelquefois de jolis cristaux de barytine du type I présentant les formes p m, avec ou sans a^2 e^1 h^1 h^5 g^1 $b^{1/2}$ (fig. 86) ; ils sont transparents, mais parfois la surface des faces de la zone verticale est blanche et opaque.

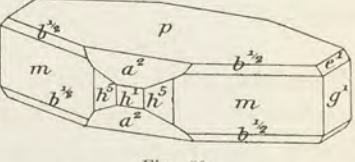


Fig. 86.
Barytine de Saint-Romain.

Alpes. — *Basses-Alpes.* Des concrétions volumineuses de barytine, formées par des cristaux groupés radialement, ont été rencontrées dans les marnes miocènes de la tranchée de la gare de Mézel (Collot, *op. cit.*).

e) *Dans les roches éruptives.*

Dans les trachytes et les andésites.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai observé de très petits cristaux limpides ($p\,m\,a^2, e^1$) de barytine, accompagnant le quartz, dans des géodes de l'andésite à biotite miocène de Reymond, sur le sentier du Puy Mary.

Dans les basaltes.

Plateau Central. — *Cantal.* La barytine laminaire se trouve avec aragonite dans des géodes de basalte de la Cascade de Sailhans près Saint-Flour.

Puy-de-Dôme. Le basalte de la Tour de Boulade, à Gévillat, près Issoire, renferme de petites géodes à parois de calcite mises en liberté par l'altération de la roche volcanique. Ces géodes contiennent des cristaux distincts de calcite (b^1, avec ou sans e^1), de sidérite (orientée sur la calcite), de quartz et de barytine, que j'ai pu étudier, il y a quelques années, grâce à l'obligeance de M. Pagenel : elles viennent d'être décrites par M. Vigier (*C. R. Ass. fr. Avanc. Sc.* (*Clermont*, 1908 [1909].431). Ces cristaux de barytine sont limpides, incolores, généralement aplatis suivant p et présentent, soit un égal développement suivant les axes a et b [combinaison $p\,e^1\,a^2$ (fig. 9)], soit un plus grand développement suivant les axes a (fig. 6) ou b (type de la figure 81). Les formes observées sont : p, m, h^1, a^4, a^2, e^1, $b^{1/2}$; les cristaux ne dépassent pas 1 cm.

M. Gonnard a trouvé la barytine associée à des zéolites (christianite, chabasie, etc.) dans le basalte de Périer près d'Issoire.

CÉLESTITE

$SrSO^4$

Orthorhombique : $mm = 104^\circ\,2'$.

$b : h = 1000 : 1011{,}302$ D $= 788{,}190$ $d = 615{,}432$.

$[a : b : c = 0{,}780817 : 1 : 1{,}28307]$

Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100), h^4 (530), g^1 (010), g^3 (120);

a^4 (104), a^2 (102), a^1 (101);

e^1 (011); $b^{3/2}$ (113), b^1 (112), $b^{1/2}$ (111), $b^{1/4}$ (221);

$\theta = (b^{1/7}\, b^{1/2}\, h^{1/4})$ (958);

$\varepsilon = (b^1\, b^{1/3}\, g^{1/4})$ (124); $y = (b^1\, b^{1/3}\, g^{1/2})$ (122), $\psi = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, g^{1/3})$ (133), $\chi = (b^{1/3}\, b^{1/5}\, g^{1/4})$ (144); $s = (b^{1/8}\, b^{1/12}\, g^{1/9})$ (2.10.9); $Y = (b^{1/9}\, b^{1/11}\, g^{1/10})$ (1.10.10);

$e_{5/3} = (b^{1/3}\, b^{1/5}\, g^{1/3})$ (143); $e_{6/5} = (b^{1/5}\, b^{1/6}\, g^{1/5})$ (1.11.10).

Les mesures suivantes ont été prises : (Dx) sur des cristaux de Meylan par Des Cloizeaux (note inédite), (S) par M. Stöber sur ceux de Brousseval, (C) par M. Cesàro, sur ceux du Djebel-Bezina et enfin (Lx) par moi-même sur les cristaux de plusieurs localités (Anzin, etc.) étudiées plus loin : elles ne se rapportent qu'aux faces peu communes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*mm$	104° 2′	
mg^1	127°59′	
mh^1	142° 1′	
$h^1 h^4$	154°54′	
mh^4	167° 7′	167°46′ (C)
$g^1 g^3$	147°22′	147°28′ (Lx)
$g^3 g^3$ av.	65°16′	65° 6′ (Lx)
mg^3	160°37′	160°40′ (Lx)
$^*pa^4$	157°40′	157°38′ (Lx)
$pa^4\, a^4$ s. h^1	44°40′	
pa^2	140°35′30″	
$a^2 a^2$ s. h^1	78°49′	
pa^1	121°19′30″	
$a^1 a^1$ s. h^1	117°21′	
pe^1	127°56′	
$e^1 e^1$ s. p	75°52′	
$pb^{3/2}$	145°12′	145° 5′ (Lx)
$mb^{3/2}$	124°48′	
pb^1	131°48′30″	
mb^1	136°11′30″	136°13′ (C)
$pb^{1/2}$	115°37′30″	115°31′ (Lx)
$mb^{1/2}$	154°22′30″	
$pb^{1/4}$	103°29′30″	103°27′ (Lx)
$mb^{1/4}$	166°30′	166°23′ (C) 28′ (Lx)
pm	90°	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$p\theta$	116°24′	
$p\varepsilon$	142°42′	142°38′ (Lx)
py	123°17′	
pg^3	90°	
$p\psi$	125°38′	
$\psi\psi$ s. p	108°44′	
$p\chi$	126°35′	126°19′ (S)
$pe_{5/3}$	119° 6′	
pY	127°42′30″	
$pe_{6/5}$	125° 8′	
ps	124°12′	
ma^1 adj.	132°19′	
me^1 opp.	60°57′30″	
me^1 adj.	119° 2′30″	
$me_{6/5}$	125° 3′30″	
$me_{5/3}$ adj.	136°14′	
$e^1 e_{5/3}$	162°48′30″	
$e^1 e_{6/5}$	173°58′30″	174°11′ (C)
$m\theta$ adj.	150° 7′	150° (Lx)
ma^2	120° 1′	
θa^2	149°54′	149°15′ à 40′ (Dx)
mb^2 lat.	96°26′	
me^2 opp.	70°35′	
me^2 adj.	109°25′	
my adj.	142° 3′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$m\psi$ adj.	135°22′	
$m\chi$ adj	131°34′30″	
$m\Upsilon$	124°12′30″	
$m\varepsilon$ adj.	124°52′	
$g^1 b^{1/2}$	123°42′	
$b^{1/2} b^{1/2}$ av.	112°36′	112°37′50″ (S)
$g^1 b^{1/4}$	126°46′	
$b^{1/4} b^{1/4}$ av.	106°24′	
$g^1 \gamma$	134°45′	
$g^1 a^2$	90°	
γa^2	135°15′	135°10′ (Lx)
$\gamma\gamma$ s. a^2	90°30′	
$g^1 e_{5/3}$	146°19′	
$g^1 \psi$	138°22′	
$g^1 b^{3/2}$	110°34′	
$\psi\psi$ s. a^3	83°16′	
$g^1 a^3$	90°	
$g^1 \chi$	139°53′	
$g^1 \varepsilon$	120°41′	
$g^1 b^2$	106°32′	
$g^1 a^4$	90°	
εa^4	149°19′	
ε s. a^4	118°38′	
$g^1 \Upsilon$	141°42′	
$g^1 \theta$	110°53′	
$h^1 b^{1/2}$	135°17′	
$h^1 \gamma$	116°48′	
$h^1 \psi$	108°37′	149° 5′ (S)
$\psi\psi$ s. e^1	142°46′	140°26′ (S)
$h^1 \Upsilon$	95°46′	
$b^{1/2} \gamma$	161°31′	161°28′ (Lx)
$b^{1/2} \psi$	153°19′	
$b^{1/2} \chi$	148°53′	149°, 148°53′ (C) 58′ (Lx
$b^{1/2} \Upsilon$	140°29′	140°26′ (S)
$b^{1/2} e^1$	134°43′	
Υe^1	154°14′	
$h^1 \chi$	104°10′	
$h^1 e^1$	90°	
χe^1	165°50′	165°48′ (C) 49′ (Lx) 56′ (S)
ψe^1	161°23′	
γe^1	153°12′	153°15′ (Lx)
$h^1 \theta$	145°16′	
$h^1 \varepsilon$	106° 4′	
$h^1 e^2$	90°	
$\varepsilon\varepsilon$ s. e^2	141°52′	141°45′ (Lx)
$h^1 e_{5/3}$	105°27′	
$h^1 b^{3/2}$	116°44′	
$g^3 b^{1/2}$ adj.	148°16′	
$g^3 a^2$ adj.	110° 1′	
$g^3 b^{3/2}$ opp.	86°57′	
$g^3 \varepsilon$ lat. opp.	75°19′	
$g^3 e^1$ opp.	48°23′	
$g^3 e^1$ adj.	131°37′	
εe^1	153° 4′	153° env.
$a^2 e^1$	118°21′	
$a^2 b^{3/2}$	156°56′	155°48′ (Lx)
$e^1 s$	167°49′	167°30′ (C)
$s\chi$	176°21′	176°30′ (C)
$a^2 \chi$	128° 1′	127°53′ (C) 50′ (Lx)
$g^1 e_{6/5}$	144° 1′	

Faciès des cristaux. Il existe une grande analogie entre les cristaux de célestite et ceux de barytine, mais des types spéciaux s'observent aussi.

Type I. Les cristaux sont aplatis suivant p (001) avec les faces m (110) dominantes (type I a) ; c'est l'homologue du type I de la barytine (fig. 3, page 51 et fig. 14).

Type II. Les cristaux sont également développés[1] suivant les axes a

1. L'égal développement de m, a^2 et de e^1 conduit à une forme à faces pentagones, rappelant un dodécaèdre pentagonal du système cubique (fig. 32), par suite de la similitude des angles suivants :

ma^2	120° 1′	mm	= 104° 2′
me^1	119° 2′	e^1e^1 s. g^1	= 104° 8′
a^2e^1	118°21′	a^2a^2 s. p.	= 101°11′

et *b*, avec les formes *p* (001), a^2 (102) et e^1 (011) dominantes et d'égales dimensions (fig. 32).

Type III. Les formes dominantes sont a^2 et e^1 ; les cristaux sont allongés suivant l'axe *a* (fig. 4 et 25) ou l'axe *b* ; il existe souvent un aplatissement plus ou moins marqué suivant *p* (fig. 15 et 16).

Type IV. Les formes e^1 (011), *m* (110) et souvent a^2 sont très développées (fig. 1 à 3) ; les cristaux sont souvent allongés suivant l'axe *a*. Parfois *p* est très développé (fig. 13).

Type V. Les cristaux plus ou moins aplatis suivant *p* (001), présentent les faces *p*, h^1 et e^1 prédominantes : ils sont allongés tantôt suivant *a* (fig. 6) tantôt suivant *b* (fig. 29 et 30).

Type VI. Les cristaux sont très allongés suivant l'axe *a*, avec e^1 (011) prédominant ; ils sont terminés par *m*, a^2, etc. (Type V *a*) (fig. 10). Très souvent, l'extrémité de l'axe *a* est occupée par une pyramide ψ (133) (fig. 20 et 21) ou χ (144) (fig. 7 à 9, 11) (Type V *b*) ; parfois même celle-ci existe seule (Type V *c*) (fig. 22), (célestine apotome d'Haüy). L'arrondissement des faces ψ et surtout χ conduit à des formes lenticulaires présentées par les célèbres pseudomorphoses en calcite de la célestite de Sangershausen (*natrocalcite*), de Paris (fig. 28), etc.

Les faces h^1 (100) portent parfois des stries parallèles à l'axe *c*. Dans le type V, les faces e^1 sont souvent striées parallèlement à leur intersection avec l'arête de zone e^1 $b^{1/2}$ (zone contenant les pyramides *y*, ψ, χ, Y, qui portent parfois les mêmes stries). Les formes e^1, ψ, χ ont fréquemment leurs faces ondulées ou courbes.

Aucune macle n'a été observée dans la célestite, mais les groupements à axes parallèles sont fréquents et offrent des particularités spéciales suivant les types ; il en sera donné plus loin quelques exemples.

La célestite se rencontre aussi en masses laminaires, fibrolamellaires, en fibres très rigides et rectilignes, plus rarement contournées, en masses globuleuses et enfin en masses finement grenues (Bassin de Paris).

Les fibres sont parfois allongées suivant l'axe *b* (Bréziers) ou *b*, mais le plus souvent (Wassy, Bouvron, etc.) l'allongement n'a lieu suivant aucun axe de symétrie : les fibres dissociées se montrent bordées par des arêtes en dents de scie obliques à leur allongement. Leur angle d'extinction est parfois très oblique : on en trouve qui sont aplaties suivant h^1 (perpendiculaire à $\mathbf{n}_g$), mais avec des orientations variées du plan des axes optiques.

Clivages. Clivages, parfait suivant *p* (001) ; presque parfaits suivant *m* (110), parfois assez net suivant g^1 (010). Cassure inégale.

Dureté. 3, à 3,5.

Densité. 3,95 à 3,97 ; 3,991 (Ville-sur-Saulx, M. Stöber.)

Coloration et éclat. La célestite est d'ordinaire incolore ; la couleur bleue n'est pas rare ; elle n'apparaît souvent que dans les gros cristaux d'une géode, dont les petits sont incolores. Le minéral peut être blanc ou d'un gris verdâtre, rougeâtre, noir (inclusions argileuses). Poussière blanche. Transparente, translucide ou opaque. Éclat vitreux, passant au nacré.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë positive ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à h^1 (v. fig. 10 *bis* p. 54).

$\mathbf{n}_g$ = 1,63092 Arzruni (D)
$\mathbf{n}_m$ = 1,62367 1,62352 (Brousseval, Stöber).
$\mathbf{n}_p$ = 1,62198
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ = 0,00794 d'où 2 V = 51°12′ et 2 E = 89° 6′

L'écartement des axes optiques augmente avec la chaleur.

Pléochroïsme. La célestite bleue est pléochroïque, mais cette propriété n'est visible que dans des lames de quelques millimètres d'épaisseur. Le maximum d'absorption a lieu suivant $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La formule $SrSO^4$ correspond à la composition (*a*) ; *b*) célestite du Djebel Kebbouch par M. Pisani (*in* Termier, *op. cit.*).

	a	*b*
SO^3......	43,6	43,40
SrO......	56,4	56,20
CaO......	»	0,40
	100,0	100,00

La célestite est souvent pure ; elle peut contenir des traces de calcium (*calciocélestite*), de baryum ; les types de passage à la barytine (*barytocélestite*) se rapprochent plus de ce minéral que de la célestite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite, fond en une perle blanche (avec réaction alcaline), et colore la flamme en rouge pourpre. Au feu réducteur, sur le charbon, le minéral est réduit en une masse peu fusible, qui, traitée par l'acide chlorhydrique et l'alcool, communique à la flamme de celui-ci une couleur rouge pourpre ; les autres réactions pyrognostiques sont celles de la barytine. A peine soluble dans les acides.

Altérations. La célestite se rencontre transformée en calcite et ce sont des pseudomorphoses de ce genre (Dx) qui constituent le minéral de Sangershausen (Thuringe) appelé autrefois *natrocalcite* et successivement rapporté à la gay-lussite, au gypse, etc. ; des pseudomorphoses de ce genre se trouvent à Paris (p. 125, fig. 28).

J'ai observé des pseudomorphoses de célestite en opale, en lutécite, etc., qui sont décrites page 121.

Diagnostic. Voir page 55.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les principaux modes de gisement de la célestite sont les suivants :

1° Dans les formations sédimentaires.

2° Dans les filons métallifères.

3° Dans les sources thermales.

4° Dans les roches volcaniques.

1° *Dans les formations sédimentaires.*

Le gisement principal de la célestite est dans les roches sédimentaires. Malgré sa faible solubilité, ce minéral paraît généralement provenir de la concentration moléculaire, en des points privilégiés, des traces de strontium qui se trouvent dans la plupart des sédiments marins. On sait en effet que l'eau de mer renferme une petite quantité de carbonate de strontium, qui se dépose par son évaporation en même temps que le carbonate de calcium.

Pour la facilité des recherches, les divers gisements français vont être énumérés par ordre chronologique ; j'y ai joint quelques gisements, tel que celui d'Anzin, dans lesquels la célestite se trouve dans des fentes de sédiments ; elle y est due à des circulations d'eau, et se rapproche par suite de celle formée dans les filons.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Flandre. — *Nord.* De fort jolis cristaux limpides de célestite ont été rencontrés sur des scalénoèdres d^2 de calcite dans les fentes du houiller de la Fosse Grand Condé à Anzin. La fig. 1 représente la combinaison la plus compliquée, que j'ai observée sur quelques-uns de ces cristaux, qu'a bien voulu jadis me donner Mallard : p, e^1, g^1, g^3, m, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$, a^2, χ (144) ; à l'inverse de ce qui a lieu d'ordinaire, les faces de cette dernière forme sont planes et brillantes. On a vu page 79 que dans la même région et dans les mêmes conditions de gisement, se trouvent de jolis cristaux de barytine, également associés à de la calcite.

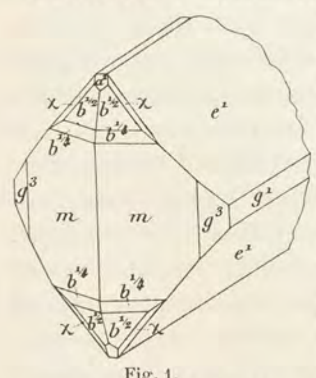


Fig. 1.
Célestite d'Anzin (Type IV).

Plateau Central. — *Aveyron*. La collection du Muséum possède un échantillon de célestite d'un blanc bleuâtre en grands cristaux indistincts aplatis et accolés, provenant de Marcillac ; le Catalogue porte, de la main de Dufrénoy, que le minéral a été recueilli dans les fentes de grès (permien) : ces grès étant recouverts par des marnes liasiques, il est possible que la célestite s'y soit produite par descensum, comme dans la craie de Meudon dont il sera question plus loin.

b) *Dans les assises secondaires.*

Trias.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Les calcaires accompagnant le gypse à Saint-Boès renferment quelquefois, associés aux cristaux de soufre, décrits tome II, de jolis cristaux de célestite limpides ; ceux que j'ai examinés mesurent 1 cm., ils sont implantés sur des cristaux de calcite et recouverts d'un léger enduit de bitume. La figure 2 représente l'un d'entre eux ; il est allongé suivant l'axe *b* et présente a^2, m, e^1, $b^{1/2}$, y (122), et enfin une pyramide courbe, que j'ai notée χ (144), mais qui oscille vers ψ (133).

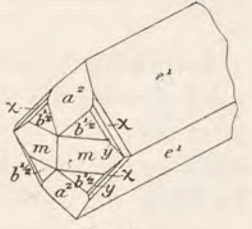


Fig. 2.
Célestite de Saint-Boès.
(*Basses-Pyrénées*.)

Lévy a décrit (*op. cit.*, I. 323. pl. XVIII, fig. 5) des cristaux bleus de célestite, associés à du soufre, de la calcite et du quartz et indiqués comme provenant de Saint-Béat ; j'ai examiné l'échantillon en question actuellement conservé au British Museum et M. Spencer m'a donné la copie de ce qui le concerne dans le catalogue originel de la collection Heuland ; celui-ci ne porte pas Saint-Béat (*Garonne*), comme le texte de Lévy, mais Saint-Béat (*Landes*). Il n'est pas douteux que cet échantillon ne provienne, non pas de Saint-Béat, mais de Saint-Boès [1] : la gangue de ces cristaux rend cette opinion évidente.

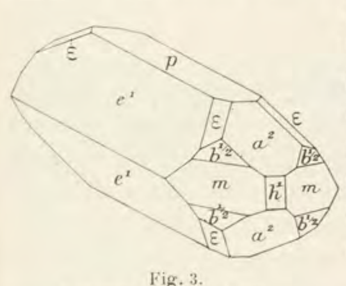


Fig. 3.
Célestite de Saint-Boès.

La figure 3 est la reproduction de celle de Lévy, mais avec une interprétation différente des faces marquées ε (124); dans son texte en effet, Lévy

1. Cette localité se trouve dans les *Basses-Pyrénées*, mais tout à fait à la limite du département des *Landes*.

les note $i = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^{1/3})$, ce qui est mon ψ; il y a évidemment erreur, car ψ ne se trouve pas dans la zone $a^2\ e^1$. Dans son atlas, Lévy a indiqué $i = (b^1\ b^{1/2}\ g^{1/4})$, or cette forme ne se trouve pas davantage dans cette zone. Il me paraît vraisemblable qu'il s'agit de $\varepsilon = (b^1\ b^{1/3}\ g^{1/4})$ (124), qui satisfait aux conditions de position du dessin.

Cévennes. — *Gard*. Le gypse triasique renferme entre Saint-Hippolyte et Lasalle des cristaux $m\ a^2$ de célestite rougeâtre à formes nettes, mais à faces généralement ternes ; ils atteignent un centimètre, et peuvent être facilement isolés de leur gangue.

Saône-et-Loire. Les calcaires dolomitiques de Charrecey, près Saint-Léger-sur-Dheune, renferment des cristaux de célestite blanche, souvent enchevêtrés ; ils sont aplatis suivant p (001) et présentent en outre les faces m (110) très développées (type I). Ils forment des agrégats enchevêtrés dont il est difficile d'isoler des cristaux entiers.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. La célestite en veines fibreuses a été signalée dès 1798 dans les glaisières et dans le gypse de Bouvron près Toul, par Lelièvre (*Bull. Soc. Phil.* 183, 1798). L'échantillon que possède la collection du Muséum est d'un blanc bleuâtre : les fibres ont environ 4 cm. de longueur.

[*Lorraine*]. La célestite a été trouvée à Moyenvic en croûtes fibreuses bleues, semblables à celles de Saint-Dizier, ainsi qu'à Vic et à Dieuze (Pettoncourt, Monselet, Salonne, Saint-Médard) : elle y forme de petites masses flabelliformes rosâtres.

Vosges. La célestite a été rencontrée dans les marnes triasiques de Saut-le-Cerf, près Épinal.

Alpes. — *Savoie*. Sella a recueilli au glacier de Gébroulaz, de jolis cristaux transparents de célestite mesurant 1 cm. 5 ; ils sont associés au soufre et à l'anhydrite (*Att. Acc. Lincei* IV. 465. 1887). Ils sont allongés suivant a et sont constitués par les formes suivantes e^1, m, p, a^2, a^4, $b^{1/2}$, h^1, y (122).

Algérie. — *Oran*. M. Flamand m'a signalé l'existence de cristaux blancs, bleus et gris de célestite ($p\ m\ e^1$; $p\ m\ a^2\ e^1$) à Aïn-Ouarka (cercle d'Aïn-Sefra), dans les gypses triasiques, qui contiennent aussi des cristaux de barytine (voir page 97).

Jurassique

Lias

Plateau Central. — *Aveyron.* Les marnes toarciennes des Infrats, près Cornus, renferment en abondance de la célestite bleue et blanche, laminaire ou fibreuse ; mais il existe aussi des cristaux distincts dans les loges de grandes ammonites et surtout dans des blocs de lignite.

Les échantillons que j'ai étudiés m'ont été communiqués par M. de Brun ; ils sont bleuâtres et translucides, dès qu'ils dépassent un centimètre ; les plus petits sont incolores et parfaitement hyalins. Ces cristaux sont parfaits, fortement allongés suivant *a* et sont souvent constitués uniquement par e^1 et a^2, mais il existe aussi parfois p, m, $b^{1/2}$, h^1 (faces courbes). Il est assez fréquent d'observer sur l'arête a^2 a^2 à la place de h^1, des angles rentrants (fig. 4), indice de groupements à axes parallèles.

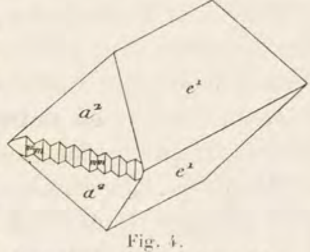


Fig. 4.
Célestite des Infrats. Type III à structure polysynthétique.

Rhône. En cristaux bleus dans les loges des ammonites du Mont d'Or lyonnais.

Saintonge. — *Charente.* Les marnes gypseuses purbéckiennes de Montgaud en Cherves de Cognac et celles de Mons renferment des rognons de célestite compacte, ayant l'aspect de ceux de l'oligocène parisien.

Ardennes. — *Ardennes.* Des veinules fibreuses, blanches ou bleuâtres de célestite ont été rencontrées, associées à des lignites très pyriteux liasiques, dans les fossés de la citadelle de Mézières, ainsi qu'aux environs de Charleville (sinémurien).

Jura. — *Jura.* C'est surtout dans les septarias du lias moyen que ce minéral abonde en masses grenues saccharoïdes, lamellaires et plus rarement en cristaux (Pimont, Baume, Salins, Vernantois, Conliège, Perigny près Lons-le-Saunier).

A Conliège, ces septarias atteignent 40 centimètres de diamètre (de Chaignon, *Mém. Soc. Sc. nat. de Chalon-sur-Saône*, 116, 1884),

ils se rencontrent surtout dans les marnes à *Pecten aequivalvis*, à l'extrémité N.-E. du village à la hauteur de l'église Saint-Étienne-des-Coldre (tranchée du chemin de fer).

Dans les échantillons que j'ai examinés, la célestite blanche ou bleuâtre, fréquemment associée à de la calcite, de la dolomite, constitue le plus souvent des masses laminaires ou flabelliformes, mais parfois il existe aussi des cristaux très nets.



Fig. 5.
Groupement à axes parallèles de célestite de Conliège, h^1 (100) est à peu près dans le plan de la figure.
(*Photographie un peu grossie.*)

Ils présentent toujours les faces e^1 (011), p (001), h^1 (100) très développées ; ces dernières sont généralement cannelées verticalement ; il existe en outre parfois de petites facettes a^2 (102) et m. Ces cristaux sont allongés tantôt suivant l'axe a et tantôt suivant l'axe b. La figure 30 représente l'aspect le plus fréquent ; j'ai observé des groupements complexes d'individus formés par des cristaux de ce type, réunis à axes parallèles (fig. 5).

La figure 6 représente un cristal, qui porte en outre la pyramide $b^{3/2}$ (113). Elle a été dessinée avec son développement théorique, mais elle n'est en général représentée que par une ou deux larges faces.

Fig. 6.
Célestite de Conliège.
(Type V.)

Enfin, j'ai rencontré des cristaux à formes communes, p e^1 a^2 (avec accessoirement m et $b^{1/2}$), qui sont groupés à axes parallèles, avec accolement suivant g^1, comme dans la figure 4, de façon à donner sur l'extrémité antérieure une série d'angles rentrants, qui expliquent l'origine des profondes cannelures que les cristaux du type de la figure 7 portent sur leurs faces h^1.

Les cristaux de la Balme d'Épy sont aplatis suivant la base et présentent les formes p, a^2, a^4, e^1, m, avec égal développement suivant a et b.

Alpes. — *Basses-Alpes*. J'ai observé de jolis cristaux de célestite blanche (type de la fig. 15) sur les cristaux de quartz épars dans les marnes toarciennes de Marcoux, près Digne.

Mésojurassique

Normandie. — *Calvados*. Hérault a signalé (*Ac. roy. sc. lettr. Caen*. 65, 1823) dans le calcaire bathonien de Caen l'existence de masses de quartz blanc ou bleuâtre, limitant des cavités polyédriques, qu'il rapporte à la célestite. La collection du Muséum possède des échantillons de ce genre provenant des carrières d'Allemagne et de la Maladrerie ; ils sont lardés de ces cavités, dont j'ai moulé quelques-unes. Ces moulages atteignent 4 cm. de longueur ; ils sont allongés suivant a ; ils présentent e^1 (011) comme forme dominante (oscillant vers des pyramides aiguës) et sont terminés par m (110) et a^2 (102) également développés (type de la figure 11). Ces cristaux pourraient avoir appartenu à de la barytine aussi bien qu'à de la célestite, mais en collant des lamelles de verre mince sur les faces e^1, j'ai mesuré des angles de 104° environ, c'est donc bien à la célestite qu'il faut rapporter le minéral disparu.

Suprajurassique

Champagne. — *Haute-Marne*. Le jurassique supérieur et surtout le portlandien de cette région renferment de nombreux gisements de célestite ; les plus importants se trouvent aux environs de Wassy. Tombeck a cité la localité de Brousseval (*B. S. G.* XXIX. 41. 1871) comme particulièrement remarquable à ce point de vue. J'ai examiné un grand nombre d'échantillons donnés par ce savant à la collection du Muséum. Plus récemment, M. de Mauroi en a recueilli d'autres dans une tranchée de chemin de fer ouverte dans cette même localité ; les cristaux, en moyenne plus petits, mais plus nets et plus limpides que les précédents (ils atteignent cependant parfois 4 centimètres), remplissent les poches d'un calcaire jaune ; ils ont été étudiés par M. Michel (*B. S. M.* XIII. 319. 1890), par M. Stöber (*Z. K.* XXI. 339. 1893) et j'en ai moi-même examiné de très nombreux échantillons.

Ils sont à rapporter à trois types distincts, correspondant à mes types VI, IV, et I.

Le type VI est le plus fréquent, c'est celui qu'a étudié M. Stöber; il est essentiellement caractérisé par la prédominance des formes e^1 (011) et χ (144)[1], souvent associées à $b^{1/2}$ (111), a^2 (102), m (110), h^1 (100) et enfin beaucoup plus rarement à Y (1.10.10), pyramide observée par M. Stöber, auquel sont empruntées les figures 7 à 9; les deux premières représentent bien les cristaux que j'ai moi-même étudiés. Parmi ceux-ci (trouvaille de 1871), l'irrégularité est souvent très grande par suite de l'enfilage de nombreux individus le long de l'axe d'allongement. Ces cristaux sont ternes lorsqu'ils sont de grande

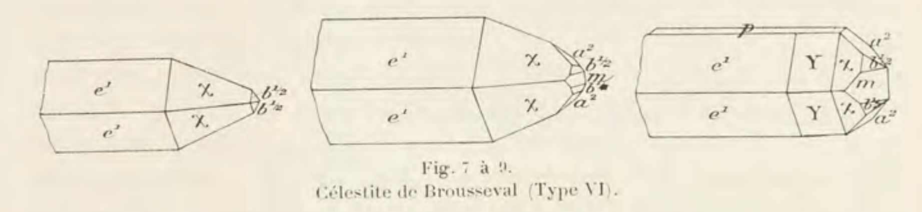


Fig. 7 à 9.
Célestite de Brousseval (Type VI).

taille, et très striés. Seuls, les petits sont brillants; exceptionnellement, il existe des cristaux de couleur noire.

La célestite du type IV forme des tables aplaties suivant p (001), allongées suivant une arête pe^1, avec les faces e^1 (011), a^4 (104), a^2 (102) et $b^{1/2}$ (111), de petites facettes $b^{1/4}$ (221) et χ (144); ces cristaux n'ont guère que quelques millimètres de plus grande dimension.

Enfin, les cristaux du type I sont très aplatis suivant p et présentent les formes p, m, a^2 et $b^{1/2}$.

La célestite est encore commune aux environs de Wassy, au lieu dit le Buisson-Rouge, à la Franche de Flormoy, dans les champs qui dominent la route d'Attancourt (masses fibreuses).

J'ai observé un fragment d'une grosse ammonite (*Lythoceras cornucopiæ*) venant de Torcenay et entièrement transformée en célestite lamellaire.

M. Collot a signalé (*C. R.* CXLI. 833, 1905) dans l'oxfordien marneux à *Creniceras Renggeri* de Jonchery des pseudomorphoses de bois en célestite fibrolamellaire.

1. M. Michel a indiqué la forme φ (133), au lieu de χ (144), présentée par les cristaux que M. Stöber a décrits et par ceux que j'ai moi-même mesurés.

Ardenne. — *Meuse*. Les marnes kimeridgiennes de Ville-sur-Saulx renferment de la célestite laminaire, fibreuse, ou très bien cristallisée et offrant alors une grande analogie avec les cristaux de Brousseval; les cristaux nets sont beaucoup moins abondants que dans cette localité ; ils ont été décrits par Von Lasaulx (*Sitz. Schless. Gesell. Vaterl. Cultur.* 1879) et par M. Stöber (*op. cit.*). Ils appartiennent au type VI, avec prédominance des faces e^1 et χ (144) ou plus rarement de la forme Y (1. 10.10). Les figures 10 à 12 (empruntées à M. Stöber) représentent les principales combinaisons de la célestite

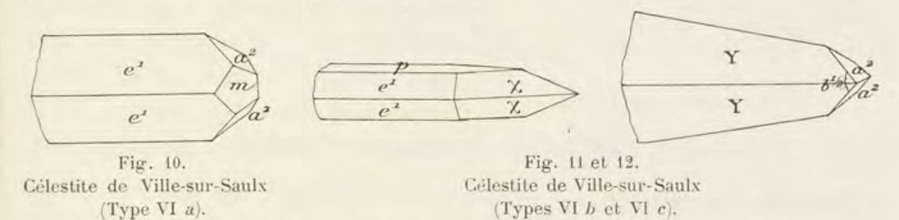


Fig. 10.
Célestite de Ville-sur-Saulx
(Type VI *a*).

Fig. 11 et 12.
Célestite de Ville-sur-Saulx
(Types VI *b* et VI *c*).

de ce gisement. Des cristaux identiques aux précédents se trouvent dans les mêmes conditions à Demange-aux-Eaux.

La célestite fibreuse bleuâtre a été trouvée dans les lignites pyriteux oxfordiens du Moulin de la Perche près de Montsec.

[**Alsace**]. — Des cristaux de célestite tapissent les cavités de divers fossiles à Wilgotheim et à Avenheim (Daubrée).

Jura. — *Jura*. Les calcaires oxfordiens à *Perisph. plicatilis* renferment à Crêt-Dessus, près Saint-Claude, des lits de célestite bleuâtre ou blanchâtre, atteignant 4 centimètres d'épaisseur. La collection du Muséum possède une masse bacillaire à larges cristaux noirs provenant de ce gisement. M. Collot a décrit (*C. R.* CXLI. 834. 1905) dans les calcaires oxfordiens, exploités dans les environs de Dôle, des nodules grossièrement cylindriques, hérissés de pointements rhombiques : ils sont constitués par des pseudomorphoses, parfois complètes, de célestite en quartz.

Ain. En lits fibreux dans les marnes oxfordiennes de Saint-Rambert, avec calcite.

Alpes. — *Isère*. Les septarias des marnes oxfordiennes de Meylan, dont il a été question à l'occasion du quartz, renferment parfois de petits cristaux de célestite. Des Cloizeaux y a observé (note inédite)

la forme nouvelle θ (958), associée à a^2, m et e^1. La figure 13 représente un cristal que j'ai trouvé dans la collection de mon savant maître.

M. Kilian m'a communiqué des cristaux de célestite incolore, accompagnant de gros cristaux ($d^2 b^1$) de calcite dans une loge d'ammonite (*Lytoceras Liebigi*) des calcaires berriasiens de Fourvoirie ; ils présentent les formes e^1 et m dominantes, avec de très petites facettes $b^{1/2}$ et e^1.

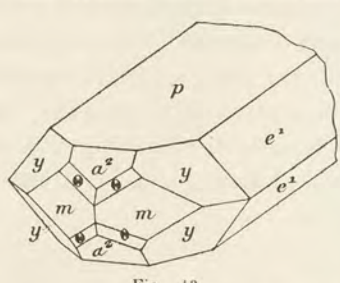


Fig. 13.
Célestite de Meylan (Type IV *b*).

Des masses de célestite à gros grains, moulées par une argile noire, qui, par le choc, dégagent une odeur fétide, se rencontrent dans les marnes de la couche à ciment de l'oxfordien supérieur de Comboire, près Seyssins.

Bassin du Rhône. — *Drôme*. A Condorcet, les marnes oxfordiennes renferment à proximité du filon de célestite, décrit page 126, des septarias, dont les cavités renferment de beaux cristaux de quartz, de

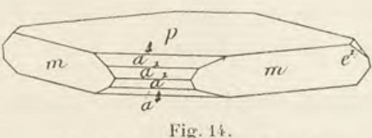


Fig. 14.
Célestite de Condorcet (Type I).

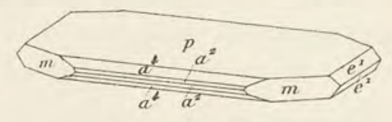
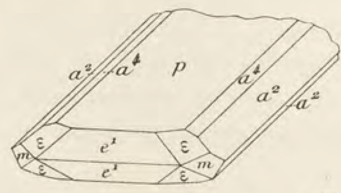


Fig. 15.
Célestite de Condorcet (Type III).

dolomite, de calcite et surtout de célestite. Ceux-ci ont été signalés par M. Michel (*B. S. M.* XV. 27. 1892), qui a bien voulu me remettre des cristaux que j'ai étudiés : leurs formes sont dessinées ci-contre



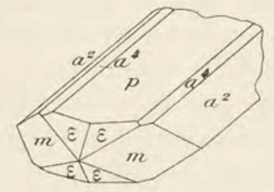


Fig. 16 et 17.
Célestite de Condorcet (Type III).

(fig. 14 à 17). Ils sont très tabulaires suivant p (001), et plus ou moins allongés suivant l'axe b ; ils présentent les formes p, a^4 (104), a^2 (102), e^1 (011), m (110) et la pyramide plus rare ε (124) (fig. 16 et 17); ils sont souvent accolés en grand nombre suivant h^1 (100).

Crétacé

Infracrétacé.

Bassin du Rhône. — *Hérault*, *Gard*, *Ardèche*. La célestite abonde en plaquettes fibreuses blanches ou bleuâtres dans les marnes hauteriviennes des Cévennes ; les gisements suivants sont particulièrement à citer à ce point de vue : *Hérault :* Ganges. *Gard :* Mas de Brunel et Mas des Trois-Perdrix près Vézenobres, Mons, Saint-Dionisy, Langlade, Calvisson (masses clivables gris de fumée), Montmirat, Saint-Théodorit, Pompignan, Sauve, Saint-Bénézet, Cassagnoles, la Vaunage près Nîmes, etc. *Ardèche :* Beaulieu, Berrias.

Bouches-du-Rhône. Des masses fibreuses de célestite grise, ayant jusqu'à 18 cm. d'épaisseur, et des cristaux bleus distincts du même minéral [e^1 (011), h^1 (100) et $b^{1/2}$ (111)] ont été rencontrés dans les marnes noires du gault à la tête nord du tunnel de la Nerthe, au Nord de Marseille, sur la ligne de Paris. C'est probablement de ce gisement que proviennent les cristaux signalés par M. Groth avec l'indication « la Nerthe » (*Min. Samml. Strassburg*, 146) ; ils sont implantés sur des cristaux de calcite.

M. Collot a rencontré (*C. R.* CXLI. 833. 1905) des *Ammonites simplex* des calcaires marneux néocomiens de Rognes transformés en célestite laminaire.

Champagne. — *Haute-Marne*. Des masses clivables et des cristaux distincts de célestite ont été signalés dans les dépôts ferrugineux du néocomien à Bettancourt près Saint-Dizier; au voisinage du pont de cette localité, des tests de coquilles des calcaires néocomiens sont transformés en célestite. Dans le lit même de la Marne, on rencontre de belles masses laminaires du même minéral. Les échantillons de Bettancourt possédés par la collection du Muséum, consistent en grosses galettes ovoïdes donnant par cassures des solides de clivage ($p\,m$), ayant jusqu'à 3 centimètres d'arête ; ils sont d'un blanc bleuté ; dans leurs intervalles se

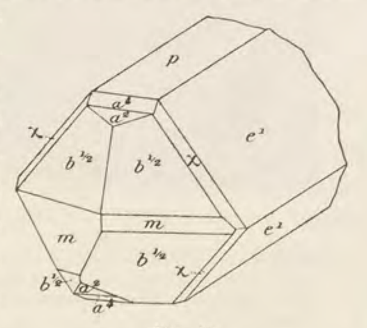


Fig. 18.
Célestite de Bettancourt.

voient des cristaux nets du type III très aplatis suivant p (p e^1 a^2 et quelquefois m).

Les gisements des environs de Saint-Dizier fournissent aussi des plaquettes fibreuses de célestite bleue, dont l'épaisseur atteint 4 à 5 cm., il est très facile de dissocier les aiguilles parallèles qui les constituent.

Les cristaux nets sont beaucoup plus rares ; j'ai observé une géode de jolis cristaux bleus, transparents, atteignant 5 mm. et offrant les formes e^1, m, $b^{1/2}$, a^4, a^2, et χ (144). Ils présentent presque tous un développement anormal de leurs faces antérieures, dont un exemple est représenté par la figure 18.

A l'Est de Wassy, sur le chemin de Villiers-au-Bois, de belles masses fibreuses de célestite bleue se trouvent à la base des argiles ostréennes, qui recouvrent les calcaires à spatangues ; les fibres sont souvent séparées par un feuillet fibrolamellaire du même minéral perpendiculaire à leur allongement ; les échantillons ressemblent à une brosse double à soies très serrées.



Fig. 19.
Cristaux de célestite implantés sur du silex remplissant un *Echinocorys vulgaris* à test calcaire conservé de la craie de Meudon. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Lorraine. — *Meuse*. En masses lamellaires ou fibreuses dans le néocomien d'Ancerville, de Brillon ; dans cette localité se trouvent des cristaux qui rappellent par leur forme ceux de Ville-sur-Saulx.

Supracrétacé

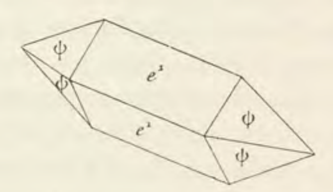
Bassin de Paris. — *Seine*. La célestite a été rencontrée vers 1817 en fort beaux cristaux incolores ou bleuâtres, dans les fentes des silex de la craie sénonienne de Meudon, à l'intérieur d'oursins (fig. 19) et dans les tubulures plus ou moins cylindriques que présente la craie.

La forme la plus fréquente est la combinaison e^1 ψ (133) (fig. 20),

avec parfois a^2 (102) (fig. 21); ce sont ces derniers cristaux, dont Haüy a fait sa célestite dioxynite (*Minéral.* II. 33. 1822), la première combinaison étant le type de célestite apotome.

Ces cristaux ne se trouvent plus que dans les collections ; dans ceux que j'ai examinés, ψ est très développé et même parfois existe seul ; j'ai rencontré aussi parfois de petites facettes a^2, h^1, m, $b^{1/2}$.

Enfin, j'ai vu la combinaison $p\,e^1\,a^2$ (très aplatie suivant la base), avec parfois m, implantée sur le test calcaire de l'oursin représenté par la fig. 19, alors que les cristaux supportés par le noyau siliceux



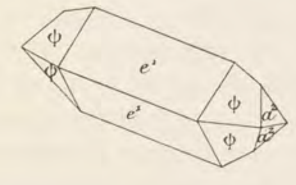


Fig. 20 et 21.
Célestite de Meudon (Type VI).

du fossile présentent les combinaisons précédentes (*Nouv. Archives Muséum.* IX. 281. 1897).

Munier-Chalmas a signalé (*B. S. G.* XXV. 189. 1888.) de petits amas de célestite dans le calcaire pisolitique d'Auteuil et dans les marnes blanches de Meudon (montien).

Bassin du Rhône — *Gard.* Dans le cénomanien de l'arrondissement d'Uzès et en particulier à la Montagne du Bosquet, près Gaujac et à Auzigues en Cavillargues.

Bouches-du-Rhône. Je dois à l'obligeance de M. Collot, la communication d'un cristal de célestite recueilli par lui dans les cavités d'un hippurite sénonien (*Hipp. Toucasi*) de Figuières sur une falaise à 20 km. O. N. O. de Marseille. Ce cristal, recouvert de scalénoèdres de calcite, mesure 3 centimètres environ ; il est incolore avec un centre d'un beau bleu. Il appartient au type IV ; les formes dominantes sont e^1 et m, avec de petites facettes a^2.

Tunisie. — M. Ph. Thomas m'a communiqué de gros fragments de clivages transparents (4 cm.) provenant des marnes daniennes du nord du Djebel Tseldja.

c) *Dans les assises tertiaires.*

Éocène et oligocène.

Bassin de Paris. — *Seine*, *Seine-et-Oise*, *Seine-et-Marne*. La célestite est un minéral fréquent et caractéristique des assises tertiaires de Paris et de ses environs immédiats ; elle s'y présente à divers niveaux et sous des formes assez variées. Je vais les énumérer en commençant par les formations les plus anciennes.

Cuvier et Brongniart ont trouvé (*Descr. géol. env. Paris.* 77. 1822) à Bougival, dans le conglomérat, dit de Meudon (base du sparnacien), formé de blocs de calcaires montiens, une géode tapissée par des cristaux qui atteignent 2 cm. de longueur. Les échantillons originaux que j'ai examinés ne présentent pas seulement des cristaux distincts (e^1 ψ a^2), mais encore ils sont imprégnés par la célestite. Celle-ci a été trouvée aussi dans ce même conglomérat, à Meudon même, en masses grisâtres concrétionnées, à structure fibro-lamellaire.

Dans l'argile plastique d'Auteuil, C. A. Becquerel (*A. C. P.* XXII. 348. 1823) a signalé la célestite en cristaux de 2 cm., implantés sur ou dans le lignite. La collection du Muséum renferme de petits cristaux brunâtres enchevêtrés, imprégnant un sable grossier à peine cohérent et provenant du même gisement. Enfin, la célestite a été trouvée aussi à Auteuil sous la forme de gros nodules aplatis, constitués par l'enchevêtrement de lames spathiques jaunes ou rouges, atteignant individuellement 0 cm. 5 de diamètre. La surface de ces nodules présente des faces nettes montrant que les individus cristallins, qui les constituent, sont aplatis, suivant p, et présentent en outre les faces m, a^1, a^2, e^1, $b^{1/2}$.

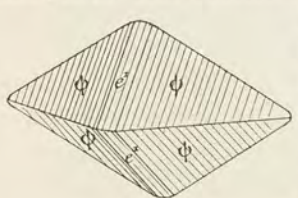


Fig. 22.
Célestite. Forme fréquente à Paris.

Dans le calcaire grossier à millioles (lutétien) d'Arcueil, se rencontrent parfois des cavités entièrement vides, ayant la forme des cristaux de célestite de Meudon. Les échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis par M. Fritel.

Au niveau du calcaire grossier supérieur (caillasses du lutétien supérieur), j'ai rencontré la célestite en assez grande abondance, mais seulement dans les produits laissés insolubles par l'attaque par un acide des agrégats cristallins provenant de l'épigénie des bancs de gypse; elle y accompagne en cristaux assez abondants, (e^1 ψ) de 1 mm. environ,

des cristaux de quartz hyalin et de fluorine (Paris, Boulevard Pasteur, etc.).

Je n'ai observé qu'un seul échantillon géodique de célestite de ce niveau ; il consiste en une géode de calcite, provenant de la halte d'Armentières, près Trilport (*Seine-et-Marne*), le long de la voie du chemin de fer ; un cristal bleuâtre transparent de célestite mesure 2 cm.5. Il présente les formes a^2 et e^1, qui oscille vers une pyramide arrondie [probablement ψ (133)]. La combinaison $a^1 e^1 pm$ existe en cristaux plus petits sur le même échantillon.

La carrière Venelle, ouverte dans les caillasses de la même région entre Lizy-sur-Ourcq et Crouy-sur-Ourcq, a fourni depuis quelques années de très intéressantes pseudomorphoses de célestite en divers produits siliceux; elles se trouvent au milieu de poches intercalées dans des lits de caillasses ou coupant ceux-ci. Les calcaires compacts lités, dans lesquels elles sont creusées, renferment des moules en creux de grandes lentilles de gypse disparu. Parfois les poches sont remplies par des agrégats miarolitiques très fragiles, d'un gris jaunâtre, formés par l'enchevêtrement de petits cristaux réduits à une carapace creuse, plus ou moins brisée ; ce sont des périmorphoses de célestite en rosettes de lutécite, dont les formes extérieures sont indistinctes, mais dont les propriétés optiques sont des plus nettes. Dans d'autres cas, la cavité est en partie remplie par des agrégats de rhomboèdres jaunes de calcite et de cristaux bipyramidés de quartz, si caractéristiques des caillasses métamorphisées ; ces agrégats sont creusés de géodes riches en cristaux de quartz, de célestite et en concrétions de calcédoine.

En général, la célestite recouvre le quartz et la calcite, mais parfois elle supporte des cristaux nets de ces deux minéraux ; elle est toujours presque entièrement transformée soit en opale, soit en produits siliceux fibreux (quartzine, lutécite, calcédonite, pseudocalcédonite) blancs laiteux. Les phénomènes chimiques se sont souvent terminés par la production de calcédonite concrétionnée, qui recouvre de ses mamelons tous les minéraux précédents. Parfois, tous les cristaux de célestite, de quartz et de calcite d'une même géode sont recouverts par une mince couche concrétionnée, qui ne laisse plus voir que grossièrement leur forme.

La célestite présente la combinaison habituelle de e^1 et d'une pyramide très aiguë non mesurable (sans doute ψ) ; les périmorphoses sont généralement creuses et leur cavité intérieure est souvent tapissée

de mamelons calcédonieux. Assez fréquemment, elles ont été disloquées, les petites lamelles ayant la forme des faces de la célestite mise en liberté ont été transportées à quelque distance, à la façon des périmorphoses de calcite en romanéchite de Romanèche (voir tome III, p. 566, fig. 231).

Les grès du niveau de Beauchamp à Merry-sur-Marne renferment des moules en creux de cristaux de célestite atteignant plusieurs centimètres.

Des nodules compacts de célestite ont été signalés par Graves (*Top. Géogn. Oise.* 498. 1847) dans les marnes bartoniennes de Chantemerle en Lagny-le-Sec et de Nanteuil-le-Haudouin.

C'est aussi du bartonien que proviennent de petits échantillons de quartz carrié, recueillis au voisinage du château de Venteuil, près La-Ferté-sous-Jouarre, dans une couche riche en pseudomorphoses de gypse en calcite ; ils renferment des géodes de forts petits cristaux jaunâtres très éclatants de célestite, implantés, avec gypse, sur du quartz. Ils sont constitués par e^1, arrondi, oscillant vers une pyramide aiguë, avec de petites facettes m et a^2.

J'ai observé la célestite comme élément microscopique du gypse ludien de la région parisienne (Argenteuil, Montmartre). J'ai pu aussi l'isoler sous forme de petits cristaux, atteignant souvent 1 mm., en traitant par les acides les nodules de calcaires qui accompagnent le gypse albâtreux de Thorigny, près Lagny (*Seine-et-Marne*). Ils sont identiques à ceux des caillasses de Paris et, comme eux, ils sont accompagnés de cristaux de quartz.

Des nodules de célestite, constituant une véritable roche, ont été signalés à Montmartre par Cuvier et Brongniart dans les marnes intermédiaires entre la haute masse et la troisième masse du gypse. Je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce niveau, mais le gisement le plus important de la célestite dans le Bassin de Paris se trouve à un niveau stratigraphique supérieur, à la base de l'oligocène, soit dans les marnes blanches supra-gypseuses (Romainville), soit plus fréquemment sous les marnes à *Cyrena convexa* (Montmartre, Belleville [1]) et dans les glaises vertes, qui les surmontent. Ces nodules sont très fréquents ; ils sont quelquefois exploités pour la pyrotechnie [2].

1. Ces gisements, qui ont fourni les beaux échantillons contenus dans les vieilles collections, n'ont plus qu'un intérêt historique : ces quartiers de Paris étant aujourd'hui entièrement couverts de constructions.

2. Vauquelin a analysé ces nodules (in Beudant. *Tr. Minér.* II. 464. 1832), et y a trouvé comme impuretés 8,33 °/₀ de $CaCO^3$ et 0, 25 °/₀ d'$Al^2O^3 + Fe^2O^3$.

A Romainville, il existe sous les marnes à Cyrènes un lit compact, continu, plissé, de ce minéral ayant 10 cm. d'épaisseur. Dans les glaises vertes [Paris (Belleville, Buttes-Chaumont, Bagnolet), Charenton, Montreuil, Villejuif, Bagneux, Châtillon, Arcueil, Clamart, Fontenay-aux-Roses, etc.], la célestite forme soit des bancs minces, soit plus souvent des nodules, fréquemment ellipsoïdaux, qui atteignent plusieurs décimètres de diamètre et offrent l'aspect d'un grès, ce qui les a fait considérer parfois à tort comme des grès strontianifères. J'ai fait voir dans un mémoire sur le gypse parisien (voir à gypse) qu'il s'agit là d'une véritable roche, constituée par des grains arrondis de célestite (structure granulitique), parfois moulés par un peu de calcite et d'argile. Ces nodules présentent de nombreuses fentes de retrait sur lesquelles sont implantés des cristaux hyalins de célestite ; ceux-ci sont parfois disposés sans ordre, ils présentent les formes énumérées plus haut dans la célestite de Meudon (fig. 22 et 23).

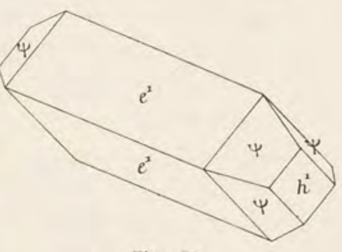


Fig. 23.
Célestite de l'oligocène parisien.

Dans d'autres cas, ils sont implantés normalement aux fentes, d'une façon très régulière ; ils sont adhérents aux deux parois opposées et tendent à former ainsi des agrégats fibreux (fig. 24.)

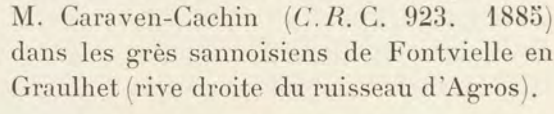

Fig. 24.
Fentes de retrait d'un nodule de célestite, garnies de cristaux du même minéral (Montmartre).
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Dans les mêmes marnes, se trouvent des nodules de calcaire, à cavités de retrait ayant la forme de calottes sphériques et recouvertes de cristaux de calcite ; ils ont été souvent pris pour des nodules de célestite et sont plus fréquents que ceux-ci.

Beudant a signalé (*Traité Minér.* II. 454.1832) l'existence à Montmartre de célestite lenticulaire épigénisant du gypse ou des coquilles (voir tome III, page 699).

Bassin d'Aquitaine. — *Dordogne.* Des rognons de célestite, analogues à ceux du Bassin de Paris, ont été recueillis dans les marnes supérieures de la formation gypseuse oligocène de Sainte-Sabine. Dufrénoy signale (*Minér.* II. 275. 1856) dans ceux de Beaumont de petits cristaux ayant la forme de ceux de Montmartre.

Tarn. Des cristaux verdâtres de célestite ont été indiqués par M. Caraven-Cachin (*C. R.* C. 923. 1885) dans les grès sannoisiens de Fontvielle en Graulhet (rive droite du ruisseau d'Agros).



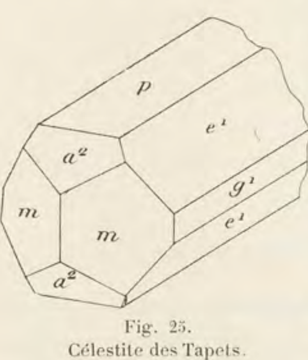


Fig. 25.
Célestite des Tapets.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse.* J'ai pu étudier, grâce à l'obligeance de M. Dollot, de jolis cristaux de célestite provenant du gisement de soufre oligocène des Tapets près Apt. Le soufre y est d'ordinaire jaune opaque; j'ai indiqué tome II, page 374, que je n'avais vu aucun cristal net provenant de ce gisement; de nouveaux échantillons présentent au contraire des cristaux transparents de soufre jaune orangé, associés à des cristaux de célestite, tantôt hyalins et incolores et tantôt blanchâtres, constituant ainsi une association identique à celle des gisements sulfurifères de la Sicile. Ces cristaux, atteignant 1 cm.,

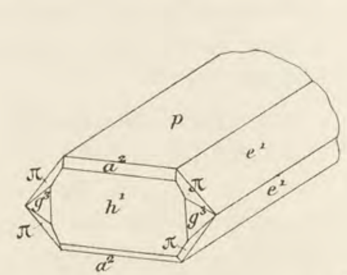


Fig. 26 et 27.
Célestite des Tapets. $\pi = e_{5/3}$

sont allongés suivant a et présentent toujours e^1, mais les formes qui sont associées à ce dôme sont assez variées, quelquefois ce sont seulement p, m, a^2 (fig. 25). La figure 26 représente un cas plus compliqué, dans lequel le cristal est terminé par une large face h^1, profondément cannelée verticalement, associée à a^2 et à g^3 (120), avec une pyramide courbe (notée π sur la figure), qui oscille autour de $e_{5/3}$ (143) [jusque

vers $e_{7/3}$ (523)] (e^1 $e_{7/3}$ = 152°10′); d'autres cristaux présentant cette même pyramide sont terminés en outre par une autre pyramide également courbe, qui paraît être ψ (133) (fig. 27).

Le même minéral forme des rognons dans les sables marneux verdâtres gypsifères recouvrant les lignites à *Palaeotherium* de Sainte-Radegonde, près Apt (Collot. *C. R.* CXLI. 833. 1905).

Drôme. Les assises ligniteuses et gypsifères oligocènes d'Eygalayes renferment des nodules de célestite semblables à ceux de Paris (Paquier, *Rech. géol. sur Diois et Baronnies*, 1901).

Gard. La célestite a été signalée à Potelières et à Saint-Hippolyte-de-Caton (de Brun. *Minér. Gard.* 1902. 38).

Bouches-du-Rhône. La célestite a été signalée par M. Collot (*Descr. géol. des environs d'Aix*, 111, 1880) en lits de quelques centimètres, entre les feuillets des calcaires oligocènes à *Potamides*, sur un coteau exposé au midi, à l'est d'Eguilles ; les échantillons que j'ai pu examiner, grâce à l'obligeance de ce géologue, sont fort intéressants. Ce sont des masses cristallines, formées par l'enchevêtrement de cristaux nets, souvent groupés à axes parallèles et appartenant au type VI : ils présentent uniquement les faces e^1 et χ (144) ; ils sont souvent courbes.

Tunisie. — M. Descous m'a communiqué de gros cristaux [pe^1ma^2 (type de la fig. 25)] trouvés isolés (4 cm.) dans les calcaires du toit de la zone phosphatée éocène de l'oasis de Tamerza (45 km. O. de Metlaoui).



Fig. 28.
Pseudomorphoses de célestite en calcite. Paris (Place de la République). (*Grossissement de trois diamètres.*)

Époque actuelle.

Bassin de Paris. — *Seine.* Les travaux du Métropolitain, à Paris, ont permis de relever sur la place de la République (Stan. Meunier. *B. S. G.* IV. 296. 1904) la coupe suivante : 1° Graviers de la Seine reposant sur le calcaire grossier ; 2° argiles renfermant des

cristaux de soufre (c'est le niveau signalé T. III, p. 376) ; 3° couche tourbeuse correspondant à un marais existant encore dans la seconde moitié du XIVe siècle. Au-dessous de la tourbe, M. Dollot a recueilli des cristaux qu'il a bien voulu me remettre (fig. 28) ; ils mesurent de 3 à 8 mm. Constitués à l'origine par de la célestite, ils sont actuellement formés par de la calcite finement grenue ; ce sont des pseudomorphoses identiques à celles de Sanghershausen. Il me paraît vraisemblable que le sulfate de strontium a été apporté en ce point par les eaux d'égouttage provenant des collines voisines (Belleville) constituées par les assises éoènes et oligocènes renfermant les gisements de célestite décrits plus haut.

1° *Dans les filons métallifères et les gîtes de substitution.*

Autant la barytine est abondante comme gangue des filons métallifères en général et des filons concrétionnés plombifères en particulier, autant la célestite est rare dans de semblables conditions ; à ce point de vue les gisements suivants sont donc remarquables :

Bassin du Rhône. — *Drôme*. Dans le ravin du Rouet, près Condorcet, il existe au milieu du jurassique, un filon de célestite d'environ 5 mètres d'épaisseur ayant à son mur des marnes oxfordiennes et à son toit, des calcschistes du lias relevés par une fracture. Le filon envoie des ramifications dans le lias jusqu'à près de 300 mètres : celles-ci contiennent parfois des géodes tapissées de cristaux de calcite et de célestite. Le filon par places est séparé des marnes oxfordiennes par un amas de gypse. C'est dans ces marnes que se trouvent les septarias décrits page 116. La célestite du Rouet est laminaire, fibrolaminaire ou fibreuse, d'un beau blanc ; des cristaux nets ont été trouvés dans des fissures ; elle est quelquefois mélangée de sidérite et de dolomite et sert de gangue à un peu de galène et de blende.

J'ai examiné récemment des échantillons venant de Propiac et qui, d'après les renseignements qui m'ont été fournis, paraissent se trouver dans des conditions analogues à celles du gisement du Rouet ; ils sont constitués par de la célestite laminaire servant de gangue à de la blende rouge. Ils constituent dans des cavités de beaux groupements crêtés, avec parfois des cristaux nets du type de ceux représentés par les figures 14 et 15.

Un filon de célestite, ayant plusieurs mètres d'épaisseur, également associé à du gypse, se trouve entre le callovien et le dogger

dans un contact anormal à la butte de Clavellas à 2 km. nord de Montrond près de Nyons (Paquier. *Rech. géol. dans le Diois et les Baronnies*. 1901. 395). On y trouve des géodes : les cristaux que m'a communiqués M. Paquier appartiennent au type V : ils sont représentés par la figure 29 : p et h^1 sont à peu près également développés et associés à e^1, avec parfois de petites facettes a^2 et m. Il existe aussi des cristaux du type III (a^2 e^1, avec allongement suivant a).



Fig. 29.
Célestite de Montrond (Type V).

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Des veines calcaires, riches en beaux cristaux de bournonite, traversent les schistes argileux de Bréziers ; elles contiennent localement, comme gangue de la bournonite, une célestite finement fibreuse ; dans les cavités de celle-ci, apparaissent de longues lames aplaties suivant p et présentant les formes a^2 et m ; elles se groupent par places en palmes ou en éventail, fournissant ainsi des échantillons qui possèdent un faciès très spécial.

Tunisie. — La célestite paraît être très fréquente dans les gîtes calaminaires de la Régence ; tantôt elle accompagne la smithsonite et la calamine et tantôt elle remplit à elle seule des fissures de quelques centimètres de large, qui sillonnent les calcaires et les dolomies au voisinage des amas zincifères.

M. Termier a décrit des cristaux provenant de deux gisements intéressants (*B. S. M.* XXV. 173. 1902) situés sur le versant sud-ouest du Djebel-Kebbouch. A quelques centaines de mètres de la route de Téboursouk au Kef, on exploite des amas de smithsonite et de blende ; au sommet d'une butte, s'observe dans les calcaires grisâtres, un filon de célestite parallèle à la crête, riche en cristaux de 3 à 4 cm. de longueur, qui présentent les formes p, m, a^2. A 2 km. à l'est de ce premier gisement, se trouvent des cristaux plus intéressants du même minéral, ils forment des géodes au milieu de concrétions de smithsonite ou tapissent les fentes des calcaires voisins. Ils atteignent 1 cm. et sont très brillants, à moins qu'ils ne soient saupoudrés de pyrite ; ils sont d'ordinaire pressés les uns contre les autres et il est assez difficile de

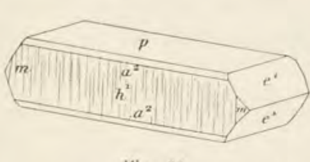


Fig. 30.
Célestite du Djebel Kebbouch (Type V).

les avoir entiers (analyse *b*). Aplatis suivant *p*, et appartenant au type V, ils sont souvent allongés suivant l'axe *b* et présentent dans la zone prismatique h^1 strié verticalement et de petites facettes *m*; ils sont terminés latéralement par e^1. Quelquefois les cristaux sont lamelleux suivant *p* et courbes dans la zone verticale. M. Termier a interprété ces cristaux autrement, faisant de p, g^1, de a^2, $g^{13/3}$, de $m, a^{4/3}$, et enfin de e^1, $e^{5/3}$. M. Samojloff, se basant sur la similitude des angles donnés par M. Termier et de quelques-uns de ceux de la barytine, a proposé (*Centralblatt Miner.* 33. 1905) de considérer ces cristaux comme des pseudomorphoses en célestite de barytine orientée comme dans le dessin ci-contre. L'homogénéité et la limpidité de ces cristaux ne permettent pas d'accepter l'hypothèse d'une pseudomorphose, qui est d'ailleurs inutile : les différences existant entre les angles mesurés par M. Termier et les angles calculés des formes adoptées plus haut s'expliquent par l'imperfection des faces, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur les échantillons que je dois à M. Termier et à M. Coëz : j'ai d'autre part vérifié l'exactitude de l'orientation adoptée ici par la position du plan des axes optiques dans une plaque taillée parallèlement à h^1 (100).

M. Termier a signalé dans les fentes des grès triasiques (*B. S. M.*

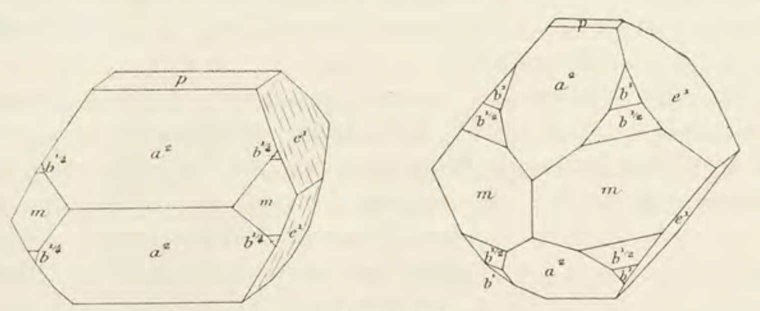


Fig. 31 et 32.
Célestite du Djebel Bezina.

XXV. 179. 1902) un autre gisement de célestite, également en rapport avec des gisements zincifères; le Djebel Bezina, près Mateur : Les cristaux de célestite bleuâtre, qu'il a étudiés (fig. 31), sont caractérisés par un développement presque égal de a^2 et de e^1, avec en outre de petites facettes *p*, *m* et $b^{1/4}$ (221)

M. Cesàro vient de décrire (*Ann. Soc. Géol. Belge*, XXXVII, M. 23.

1910) des cristaux de célestite provenant de la même mine. L'échantillon consiste en une géode recueillie dans des marnes pyriteuses grises. Ces cristaux sont remarquables par l'égal développement des faces m, a^2, e^1, qui leur donne l'aspect d'un dodécaèdre pentagonal (fig. 31) (voir la note 1 de la page 105). La combinaison se complique d'ailleurs par l'adjonction de p, $b^{1/2}$, b^1 (112), h^4 (530), g^3 (120), χ (144) et enfin de deux formes nouvelles $e_{6/5}$ (1.11.10) et s (2.10.9) (fig. 32 à 34).

Je dois à M. Termier la connaissance des gisements suivants de

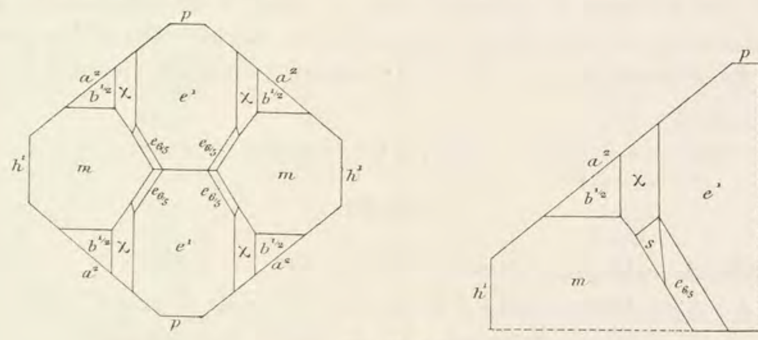


Fig. 33 et 34.
Projections sur g^1 (010) de la célestite du Djebel Bezina.

célestite un peu bleuâtre. A Béchateur, près Bizerte, se trouvent de beaux cristaux de la combinaison p e^1 a^2 h^1 ; ils sont allongés suivant a et implantés plus ou moins perpendiculairement à leur gangue : ils sont souvent encroûtés de smithsonite.

A Sidi Bou Krim, la célestite forme des masses fibrolamellaires et parfois de petits cristaux (p e^1 h^1) avec de petites faces a^2 (type de la figure 29) ; ils sont associés à la strontianite.

3° *Dans les sources thermales.*

Plateau Central. — *Allier*. De Gouvenain a observé (*C. R.* LXXX. 1297, 1875) sur les parois des griffons de la source thermale de Bourbon-l'Archambault, une brèche peu cohérente formée de grains de quartz, d'un peu de minerai de cuivre, de galène et enfin de célestite ; celle-ci était parfois aussi abondante que le quartz. Ces minéraux proviennent du démantellement du filon quartzeux ancien, que suit la source, mais la célestite a été rencontrée comme produit néogène à l'in-

térieur de pièces de monnaies romaines en bronze, transformées en chalcosite, érubescite et chalcopyrite.

4° *Dans les roches volcaniques.*

La célestite est connue dans les cavités amygdaloïdes de quelques roches volcaniques basiques, dans lesquelles elle accompagne la calcite et des zéolites.

Coirons. — *Ardèche.* Beudant a signalé (*Tr. Minér.* II. 464, 1832) des cristaux de célestite dans le basalte de Chenavari, près Rochemaure. Je n'ai vu personnellement aucun échantillon provenant de ce gisement, qui doit être comparé à ceux du Vicentin.

ANGLÉSITE

$PbSO^4$

Orthorhombique : $mm = 103°43'\ 30''$

$b : h = 1000 : 1014{,}141$ D $= 786{,}531$ $d = 617{,}551$

[$a : b : c$: 0,78516 : 1 : 1,28939 (Kokscharoff)]

Formes observées : p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120), g^2 (130) ; a^2 (102) ;
e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111) ;
$\pi = (b^1\, b^{1/5}\, h^{1/4})$ (324) ; $y = (b^1\, b^{1/3}\, g^{1/2})$ (122) ; $\chi = (b^{1/3}\, b^{1/5}\, g^{1/4})$ (144).

Les angles mesurés donnés ci-contre ont été obtenus par moi sur les cristaux de la Nouvelle-Calédonie.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
*mm	103°43'30"	103°45'	pe^1	127°48'	127°47'
mh^1	141°52'	141°50'	*$e^1 e^1$ s. p	75°35'30"	75°34'
mg^1	128° 8'	128°18'	$pe^{1/2}$	111°11'	
mg^3	160°38'	160°30'	$e^{1/2} e^{1/2}$	137°38'	
$h^1 g^3$	122°29'		$pb^{1/2}$	115°36'	115°35'
$g^3 g^3$ s. g^1	115° 1'	115°	$b^{1/2} m$	154°24'	154°28'
mg^2	151° 8'	151°	pm	90°	
$h^1 g^2$	113° 0'		$p\pi$	125°44'	125°39'
$g^2 g^2$ s. g^1	134° 0'	134° 5'	ph^5	90°	
pa^2	140°37'	140°35'	py	123°12'	123° 9'
$a^2 a^2$ s. p	101°13'	101°19'	yy s. g^3	113°36'	113°31'
ph^1	90°		pg^3	90°	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$p\chi$	126°28′	
$h^1\ b^{1/2}$	135°11′	
$h^1\ y$	116°43′	116°48′
$h^1\ \chi$	104° 7′	
$h^1\ e^1$	90°	
$b^{1/2}\ y$	161°32′	161°29′
$b^{1/2}\ e^1$	134°49′	134°40′
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ côté	89°38′	89°39′
ye^1	153°17′	153°10′
χe^1	168° 1′	
$h^1\ \pi$	135°59′	
$h^1\ b^1$	124°37′	
$g^1\ b^{1/2}$	123°51′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ av.	112°18′	112°21′
$g^1\ \pi$	112° 7′	
$g^1\ y$	134°54′	134°59′
$g^1\ b^1$	116°29′	
$g^1\ a^2$	90°	
$y\ a^2$	135° 6′	135°
$y\ y$ s. a^2	90°12′	
$g^1\chi$	140° 0′	
$g^1\ a^4$	90°	
me^1 adj.	119°13′	119°10′
$e^1\ b^1$ adj.	140°55′	
my adj.	142° 8′	142°
me^2 adj.	109°33′	
ma^2 post.	60° 3′	
$g^3\ e^1$ adj.	131°48′	
$g^3\ a^2$ post.	70° 4′	
$g^3\ b^{1/2}$ adj.	148°18′	
$g^3\ \pi$ adj.	134°44′	
$g^3\ a^2$ ant.	109°56′	
$a^2\ b^{1/2}$	141°38′	141°30′
$a^2\ e^1$	118°16′	118°10′
$a^2\ \pi$	155°11′	155°20′
$\pi\ b^{1/2}$	166°26′	166°30′
$g^3\ \chi$ adj.	141° 2′	
$g^3\ e^2$	117°12′	
$g^3\ b^3$ post.	91°51′	

Les cristaux d'anglésite présentent les mêmes types que les deux minéraux précédents, mais les cristaux très aplatis suivant la base y sont moins fréquents.

Type I. Les formes p (001) et m (110) prédominent ; les cristaux sont généralement aplatis suivant la base.

Type II. Les cristaux présentent a^2 (102), m (110) comme formes dominantes (fig. 2), la base est fréquente et plus ou moins développée : ils sont souvent allongés suivant l'axe b (fig. 4).

Type III. Les cristaux présentent e^1, a^2 et m, comme formes dominantes [1] ; ils sont fréquemment allongés suivant l'axe a (fig. 5).

Type IV. La forme dominante est une brachypyramide (fig. 1 et 3) ; les cristaux sont parfois alors allongés comme ceux de la célestite apotome (fig. 1).

Les faces de la zone verticale sont quelquefois striées suivant l'axe c.

L'anglésite se trouve souvent en cristaux distincts, mais elle forme

1. L'égal développement de ces trois formes donne une combinaison semblable à celle de la célestite (fig. 32, p. 128). On connaît en outre dans l'anglésite un allongement suivant l'axe vertical comme dans le type II de la barytine, et aussi le cas de la prédominance de y (122). Ces types ne sont pas réalisés dans les gisements français.

aussi des masses compactes, grenues, stalactiformes et concrétionnées autour de fragments de galène.

Clivages. Clivages suivant *p* (001) et *m* (110) interrompus, quoique nets, mais bien moins faciles que dans la barytine et la célestite. Cassure conchoïdale.

Dureté. 2, 5 à 3.

Densité. 6, 12 à 6, 39.

Coloration et éclat. L'anglésite est d'ordinaire incolore ou blanche par suite de l'existence d'inclusions, parfois grise ou noire, jaune (Nouvelle-Calédonie), verte ou bleue (variétés cuprifères).

Poussière incolore. Transparente, translucide ou opaque.

Éclat variant suivant les échantillons entre l'adamantin, le résineux ou le vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à h^1 (100).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}89365 \text{ (D) (Arzruni)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}88226$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}87709$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}01659$$
$$\text{d'où } 2V = 68°6'$$

L'écartement des axes augmente avec la chaleur.

Composition chimique. La formule $PbSO^4$ correspond à la composition suivante :

SO^3	26,4
PbO	73,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite, fond à la flamme d'une bougie. Sur le charbon, fond en une perle incolore et limpide, blanche à chaud et opaque à froid ; au feu réducteur, donne un globule de plomb. Avec la soude, est facilement réduite en un globule de plomb.

Peu soluble dans l'acide azotique, soluble dans le citrate d'ammonium.

Altérations. L'altération la plus habituelle de l'anglésite consiste dans sa transformation en cérusite.

Diagnostic. La forte réfringence, la densité et les propriétés pyrognostiques font facilement distinguer l'anglésite des sulfates isomorphes.

La résistance à l'action de l'acide azotique étendu et la faible biréfringence constituent les meilleurs caractères différentiels avec la cérusite. Voir à *lanarkite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'anglésite se trouve dans les gisements suivants :

1° Dans les gîtes métallifères;

2° Dans les produits d'oxydation de matériaux plombifères artificiels.

1° *Dans les gîtes métallifères.*

L'anglésite est avec la cérusite, la pyromorphite, la mimétite, un des produits d'altération de la galène dans le chapeau d'oxydation des filons et des amas de ce minéral ; elle est du reste beaucoup moins abondante que les précédents, au moins dans les gisements français. Il n'y pas lieu de considérer séparément les divers types de gisements plombifères, comme je l'ai fait pour la galène, le mécanisme d'oxydation de la galène étant le même dans chacun d'eux. Tous les gisements qui vont être énumérés sont pour la plupart abandonnés.

Bretagne. — *Finistère*. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen ont, paraît-il, fourni autrefois en abondance l'anglésite, mais je n'ai observé qu'un petit nombre d'échantillons provenant de ces gisements. Les uns, engagés dans la limonite scoriacée, n'ont pas plus de 2 mm. de longueur ; ils sont incolores, rappellent par le développement de leurs formes ceux de la Nouvelle-Calédonie (m e^1 a^2 h^1 $b^{1/2}$), les autres, implantés sur de la galène, atteignent 1 cm. ; ils ne présentent que les formes a^2, m, e^1, très irrégulièrement développées.

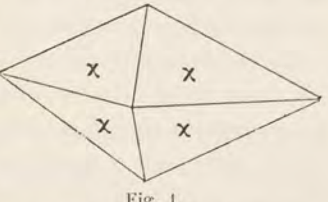


Fig. 1.
Anglésite. Type IV. Alloue.

Poitou. — *Charente*. J'ai observé dans une géode de cérusite de la mine d'Alloue des cristaux d'anglésite, rappelant par leur aspect ceux de la célestite de Paris : la forme dominante est χ (144), avec ou sans e^1 (fig. 1) : plusieurs cristaux sont parfois enfilés le long de leur axe a : ils sont associés à des cristaux de soufre et implantés sur des cubooctaèdres de galène.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Je dois à M. Brongniart un échan-

tillon de galène de la mine d'Ar renfermant de gros cristaux transparents d'anglésite allongés suivant l'axe *a* et présentant les formes *p*, e^1, a^2, *m*, $b^{1/2}$, et *y* (122) ; cette dernière pyramide est très développée.

Ariège. La mine de Laquorre, près Aulus, a fourni autrefois de l'anglésite. J'en ai examiné quelques cristaux d'une couleur vert clair ; ils sont engagés dans les cavités d'une galène lamellaire, présentant comme formes dominantes a^2(102), *m* (110) (fig. 2) ; ils sont parfois un peu allongés suivant l'axe *b*. La plupart des échantillons que renferment quelques vieilles collections, sous le nom d'anglésite de Laquorre, sont constitués par la lanarkite, décrite plus loin.

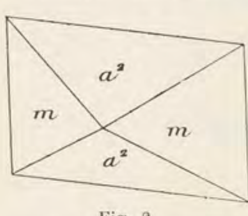


Fig. 2.
Anglésite de Laquorre.
Type II.

Cévennes. — *Gard*. L'anglésite se rencontre avec la cérusite dans le gisement de smithsonite des Malines, la brachypyramide χ (144) domine, avec parfois a^2 (fig. 1 et 3) *m*. M. L. Michel a observé (*B. S. M.* XIII. 214. 1890) des pseudomorphoses de cérusite en anglésite.

La mine de galène de Saint-Félix-de-Pallières a fourni autrefois une grande quantité d'anglésite. La partie superficielle de ce gisement (voir tome II, p. 500) est constituée par de la pyrite, alors qu'en profondeur, ce sulfure est remplacé par de la galène. La pyrite est en partie oxydée à son contact avec la galène ; celle-ci est transformée en un mélange d'anglésite et de cérusite[1] ; par dissolution de la cérusite dans l'acide azotique, il est possible d'isoler des cristaux microscopiques d'anglésite, allongés suivant l'axe *a* et ne présentant que des formes communes *p*, e^1, a^2, *m*.

De petits cristaux d'anglésite ont été trouvés dans les géodes de la galène ; M. Groth les a signalés autrefois (*Min. Samml. Strassburg*. 149) : ils appartiennent au type IV, et sont constitués par χ (144) (fig. 1) ; j'ai observé la même forme avec e^1 (011) (fig. 3).

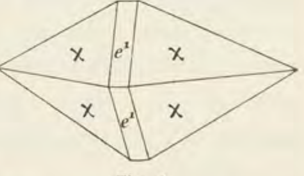


Fig. 3
Anglésite de St-Félix-de-Pallières.

1. Rivot a donné (*Docimasie* IV. 731. 1866) les analyses suivantes de ce *minerai*.

$PbSO^4$	71,50	42,65
$PbCO^3$	15,25	45,30
Fe^2O^3	7,30	2,10
Argile et quartz	5,15	9,35
H^2O	0,80	0,60
	100,00	100,00

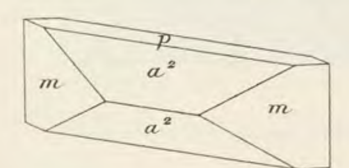
Plateau Central. — *Tarn*. J'ai trouvé jadis à la mine de Réalmont des cristaux d'anglésite jaune très corrodés, isolés et mesurant 1 cm. 5 de plus grande dimension ; leurs formes dominantes sont p m, avec aplatissement suivant p (fig. 3, page 51) ; il existe aussi de petites faces arrondies de pyramides indéterminables au voisinage de dômes e^x, eux-mêmes non mesurables. Ces cristaux ressemblent à s'y méprendre à ceux de la barytine.

Ardèche. Des cristaux d'anglésite ont, paraît-il, été rencontrés dans les mines de galène de Vialas.

Puy-de-Dôme. L'anglésite a été observée comme grande rareté dans les mines de Pontgibaud, à Rosiers et à Roure ; dans ce dernier gisement, elle constitue de très petits cristaux sur des aiguilles de cérusite.

Algérie. — *Constantine*. Dans un échantillon de galène de la mine de Mesloula, que je dois à M. de Stoutz, j'ai observé une géode de cristaux transparents d'anglésite à faces très brillantes ; ils sont enchevêtrés et seules sont distinctes les faces de la zone d'allongement suivant a, qui appartiennent à $e^{1/2}$ (021).

Nouvelle-Calédonie. — Le gisement d'anglésite le plus remarquable que j'ai à signaler dans ce livre est la mine Mérétrice, dont j'ai déjà sommairement décrit les cristaux (*B. S. M.* XVII. 51. 1894).



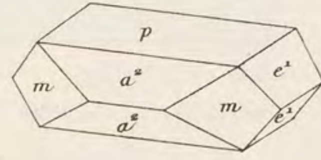


Fig. 4 et 5.
Anglésite de la mine Mérétrice.

L'anglésite y abonde dans une ocre jaune, résultant de l'altération superficielle de la galène et de la pyrite (voir tome III, p. 759). Ses cristaux recouvrent entièrement des surfaces de plusieurs décimètres carrés (fig. 6) et atteignent individuellement plusieurs centimètres ; ils ne sont associés à aucun des autres minéraux oxydés de ce riche gisement. Les très gros cristaux sont souvent irréguliers, ovoïdes, ou forment un simple placage sur la gangue, mais les cristaux de 5 millimètres et les plus petits encore sont remarquablement nets ; leurs faces sont éclatantes. Ils sont rarement incolores, le plus habituellement ils ont

englobé une argile ocreuse qui les rend, en partie au moins, opaques et les colore en jaune plus ou moins foncé. Ce pigment est distribué irrégulièrement et il n'est pas rare d'observer un cristal jaune intense au centre, incolore et transparent à sa surface.

Ces cristaux appartiennent aux types II et III : ils ressemblent comme forme à ceux d'Anglesea. Dans la note précitée, je les ai comparés aux cristaux de barytine d'Auvergne, c'est de Vialas que j'ai voulu dire. Les formes dominantes sont a^2 (102) et m (110) (fig. 2), avec fréquent allon-

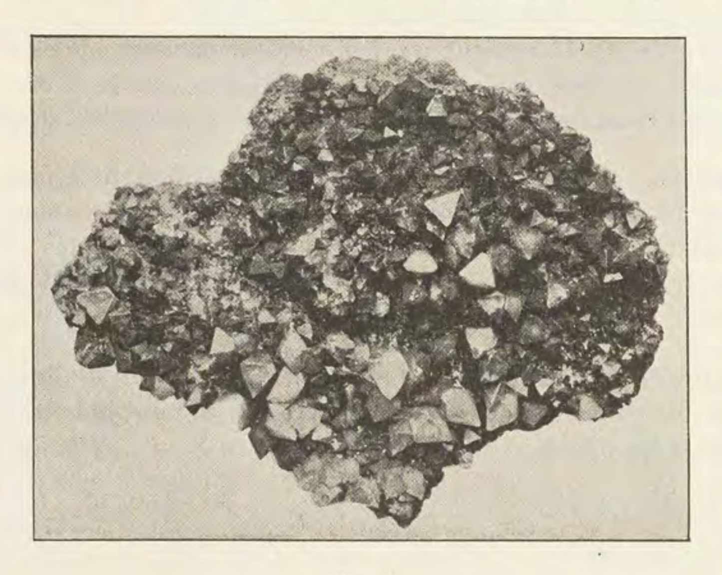


Fig. 6.
Groupe de cristaux d'anglésite. Mine Mérétrice (*Photographie un peu réduite*).

gement suivant l'axe b ; la face p (001) manque rarement, mais elle est souvent plus petite que dans les figures données ci-contre.

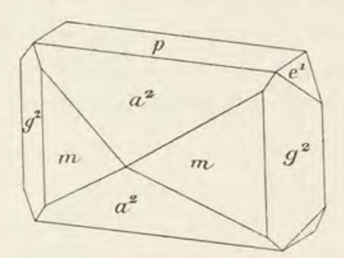
Les figures 4, 5 et 7 reproduisent l'aspect des cristaux les plus simples.

Il en est d'autres plus riches en formes, parmi lesquelles j'ai observé par ordre de fréquence e^1 (011), $b^{1/2}$ (111), g^1 (010), y (122), g^3 (120), g^2 (130), π (324) ; j'ai exceptionnellement rencontré des cristaux dans lesquels quelques faces y (122) sont très développées (zone e^1 $b^{1/2}$) ; d'ordinaire cette forme n'est représentée que par de très petites facettes : il en est de même pour π (324), qui constitue des facettes linéaires entre $b^{1/2}$ et a^2 (fig. 9).

Enfin, dans les cavités d'un échantillon de chalcosite et de chalco-

pyrite du même gisement, j'ai rencontré de gros cristaux incolores et limpides d'anglésite offrant les mêmes formes que les cristaux précédents.

Les cristaux de la mine Mérétrice, malheureusement abandonnée



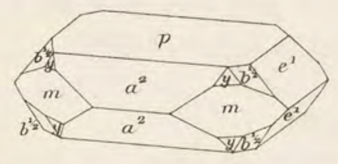


Fig. 7 et 8.
Anglésite de la mine Mérétrice.

depuis plusieurs années, peuvent rivaliser par leur beauté avec ceux des plus riches gisements connus. Pour compléter ce qui les concerne, il me reste à citer une note de M. Anderson (*Rec. Austral. Museum.* VI. 90. 1905), qui ne semble pas avoir eu connaissance de ma note préliminaire ; il n'a signalé d'ailleurs que quelques-unes des formes précitées (p, m, g^1, a^2, e^1, $b^{1/2}$,y).

J'ai observé des cristaux blanc laiteux d'anglésite associés à des cristaux de chessylite et de linarite provenant de la mine Pilou ; ils appartiennent au type I.

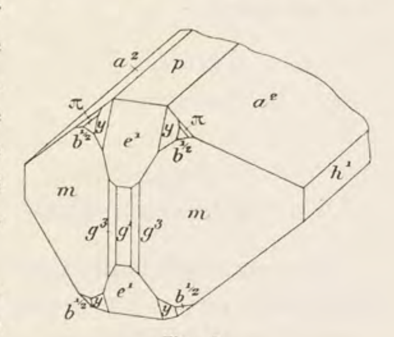


Fig. 9.
Anglésite de la mine Mérétrice.

2° *Dans les produits d'oxydation de matériaux plombifères artificiels.*

Bretagne. — *Finistère.* De jolis petits cristaux d'anglésite ont été trouvés par M. L. Michel dans les vieilles scories plombeuses de Poullaouen décrites tome III, page 760 ; ils sont allongés suivant c et présentent les formes p, m, g^1, a^2 ; ils sont transparents et associés à de la cérusite, de la limonite, etc.

Champagne. — *Haute-Marne.* L'anglésite en petits cristaux peu déterminables au point de vue cristallographique, s'est produite avec cérusite et phosgénite, dans des tuyaux de plomb immergés dans les thermes romains de Bourbonne-les-Bains. (Voir à phosgénite.)

Gisements incertains.

Bourgogne. — *Côte-d'Or*. Naumann a signalé dans le calcaire liasique de Semur, des pseudomorphoses de gryphées en anglésite (*Geol*. I. 792), d'après d'Orbigny, mais ce que celui-ci a signalé (*Cours paléont. géol. stratigr*. I. 50. 1849), ce sont des pseudomorphoses en galène et non en anglésite.

GROUPE DE L'ALUNITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, qui sont rhomboédriques et isomorphes.

Alunite	$K^2[Al(OH)^2]^6(SO^4)^4$
Natroalunite	$(Na,K)^2[Al(OH)^2]^6(SO^4)^4$
Jarosite	$K^2[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$
Natrojarosite ...	$Na^2[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$
Plumbojarosite.	$Pb[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$

La formule habituelle a été doublée, afin de mettre en lumière l'isomorphisme des trois types de jarosite, dont les deux derniers ont été décrits par MM. Hillebrand et Penfield (*Am. J. sc*. XIX. 211. 1902).

La longueur de c est plus petite dans les types sodiques que dans les potassiques; tous ces minéraux se présentent sous la même forme, celle d'un rhomboèdre basé. Les types alumineux sont optiquement positifs et les ferriques négatifs.

ALUNITE

$$\mathbf{K^2[Al(OH)^2]^6(SO^4)^4}$$

Rhomboédrique ; $pp = 89°10'$.

angle plan de $p = 89°9'$

$[a : c = 1 : 1{,}252$. (Breithaupt)$]$

$p\,a^1 = 124°40'$

Formes observées. L'alunite se trouve surtout en rhomboèdres basés,

voisins du cube ; ils forment fréquemment des groupements crêtés. Les cristaux sont rares dans les gisements français. L'alunite y constitue d'ordinaire des masses lamellaires, fibrolamellaires, compactes, grenues ou bien une poudre cristalline souvent impalpable, ressemblant alors à du kaolin (Madriat).

Clivages. Clivage a^1 (0001) net ; traces de clivages suivant p $(10\bar{1}1)$. Cassure inégale, conchoïdale ou terreuse.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile. Certaines variétés ont la consistance du kaolin et, comme lui, sont douces au toucher.

Densité. 2,58 à 2, 752.

Coloration et éclat. Blanc parfois éclatant, gris jaune ou rougeâtre. Poussière blanche. Transparente à opaque.

Les cristaux ont un éclat nacré sur la base, vitreux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}592 \text{ (ML. et Lx) (Na)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}572$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}020$$

Composition chimique. La formule $K^2 [Al (OH)^2]^6 (SO^4)^4$ correspond à la composition donnée en *a*. Il existe parfois un petite quantité de sodium, remplaçant du potassium.

Analyses de l'alunite : *b* de Madriat par Amiot (*in Rev. géol.* Delesse et de Lapparent. XII. 38.1876) [1].

c) des environs de Réalmont par M. Pisani (*in* Termier, *op. cit.*)

	a	*b*	*c*
SO^3	38,6	37,4	38,80
Al^2O^3	37,0	36,3	36,36
K^2O	11,4	10,6	10,40
CaO	»	1,9	0,76
SiO^2	»	2,3	2,20
H^2O	13,0	14,4	13,60
	100,0	102,9	102,12

Essais pyrognostiques. L'alunite chauffée dans le tube à une faible température ne subit pas de modifications, mais, au rouge sombre, elle décrépite violemment, et dégage de l'eau acide (SO^2 et SO^3) en se décomposant ; le produit de la calcination traité par l'eau lui cède de l'alun de potassium et laisse un résidu d'alumine ; c'est sur

1. L'analyse d'un échantillon impur a été donnée par von Lasaulx (*N. J.* 144.1875).

cette propriété qu'est basé le traitement industriel de l'alunite. Chauffée au chalumeau avec de l'azotate de cobalt, reste infusible et donne la coloration bleue caractéristique de l'alumine.

Soluble dans l'acide sulfurique.

Diagnostic. Les propriétés optiques et les réactions chimiques constituent le meilleur moyen de diagnostiquer l'alunite dans le cas fréquent où ses cristaux ne sont pas distincts. L'action de la chaleur est particulièrement utile pour distinguer ses variétés à faciès kaolinique des argiles qui les accompagnent parfois et offrent le même aspect extérieur. Il faut tenir compte aussi des réactions microchimiques de l'acide sulfurique, du potassium et de l'aluminium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'alunite résulte de l'action de l'acide sulfurique sur des roches silicatées alumineuses, potassiques, mais l'origine de cet acide peut être diverse, d'où les deux genres de gisements suivants.

1° Dans les produits de fumerolles volcaniques.

3° Dans les gisements pyriteux.

1° *Dans les produits de fumerolles volcaniques.*

L'alunite se forme dans les régions volcaniques sous l'influence des fumerolles sulfhydriques.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Une fumerolle d'une grande intensité s'est fait jour jadis dans la brèche trachytique de la base du pic de Sancy, au fond de la vallée du Mont-Dore et l'a profondément altérée. Celle-ci est devenue blanche, teintée par places de couleurs brillantes, et s'est chargée d'alunite (ravin de la Craie). Le même minéral existe dans les mêmes conditions, mais en petite quantité, au Puy Ferrand, dans la haute vallée de Chaudefour, dans le ravin des Edembouches, etc. Des tentatives d'exploitation ont été faites à diverses reprises sur le gisement du ravin de la Craie, qui a été signalé tout d'abord par Cordier (*A. M.* IV. 205. 1819. V. 303. 1820 et XII. 527. 1826).

L'alunite ne forme pas de masses pures ; elle imprégne la brèche volcanique devenue d'un gris bleuâtre, et souvent très dure. Les feldspaths notamment sont blancs et opaques ; aux affleurements, ils laissent leur place en creux, ils sont parfois remplacés par du soufre natif, de la pyrite, etc.; de petits cristaux d'alunite s'isolent parfois dans de petites

géodes. Je n'ai pu en extraire que des fragments ; ils présentent tous les formes p $(10\bar{1}1)$ a^1 (0001) (fig. 1) et sont très enchevêtrés.

L'examen microscopique de la roche qui les renferme montre qu'ils sont distribués d'une façon très irrégulière au milieu d'opale, ce qui explique les teneurs variables en alunite (en moyenne 4 à 6 % de K^2O dans le minerai brut) des échantillons du minerai qui ont été étudiés par Cordier (*op. cit.*) et par Gautier-Lacroze (*C. R.* LVII. 362. 1863) ; les analyses publiées par ces derniers n'ont qu'un intérêt industriel. Ce gisement n'est plus exploité depuis longtemps.

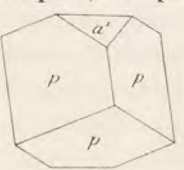


Fig. 1.
Alunite du Ravin de la Craie.

Un important gisement d'alunite a été exploité autrefois à l'intérieur de l'amphithéâtre du Lembron, que traverse la Couse d'Ardes. Ce minerai était connu dans le commerce sous le nom d'alunite du Breuil, du nom de la station de chemin de fer desservant Saint-Germain-Lembron. Les arkoses oligocènes de cette région reposent sur les gneiss : elles sont recouvertes par une argile rouge, ayant de 30 à 35 mètres de puissance ; celle-ci est surmontée par une épaisseur de 150 mètres environ d'argile sableuse rougeâtre, alternant avec des grès et passant vers le haut à des marnes. Localement, le basalte s'est épanché sur cette formation. L'alunite constitue dans l'argile sang de bœuf, des ellipsoïdes, dont le grand axe est vertical et atteint 2 à 3 m., alors que leur diamètre horizontal n'a guère que 1 m. 50. Ces ellipsoïdes se trouvent au même niveau et constituent environ la moitié d'une assise, qui a de 4 à 5 mètres et a été reconnue sur plusieurs kilomètres à Madriat et au village de la Brugères ; un autre niveau alunifère se trouve plus bas (Amiot, in *Revue géol.*, de Delesse et de Lapparent, XII. 38. 1876).

L'alunite de Madriat possède un aspect très différent de celui des autres gisements auvergnats. Dans les échantillons que j'ai examinés, il existe deux types : l'un est blanc, l'autre jaune rougeâtre ; le minéral est onctueux au toucher et ressemble à du kaolin ; la couleur jaune rouge est due à une altération et ne s'observe souvent qu'à la périphérie des blocs. L'analyse donnée plus haut montre que l'alunite de Madriat est relativement homogène et pure. Il est difficile de préciser la nature de la roche, dont l'altération a donné naissance à ce minéral.

2° *Dans les gisements pyriteux.*

Bretagne. — *Morbihan.* Les argiles superficielles résultant de la

décomposition des micaschistes de la vallée de l'Arz, renferment localement des amas de limonite, qui ont été autrefois exploités dans de nombreuses petites carrières sur les communes de Brévannes, Saint-Jacut, Rochefort-en-Terre, etc. C'est de l'une de ces carrières, à Saint-Jacut, que proviennent les échantillons de la collection du Muséum, recueillis en 1864 par M. de Limur et considérés alors comme une sorte de bauxite. J'ai mentionné récemment (*B. S. M.* XXXI. 353.1908) leur identité avec l'alunite. Ils sont constitués par une substance d'un blanc grisâtre, à cassure esquilleuse, happant légèrement à la langue. La structure microscopique est cristalline et le minéral possède toutes les propriétés données plus haut.

Plateau Central. — *Tarn*. M. Burford a découvert dans le ravin de Bordeneuve, affluent du Siex (lui-même affluent de droite du Dadou), entre les hameaux de Chamayou et de Verdasse, près de Réalmont, un petit lit d'alunite compacte, rose ou grise (2 à 20 cm. d'épaisseur) intercalé entre des schistes postdamiens et une rhyolite ancienne, dont il est séparé par 1 m. 50 de kaolin. M. Termier, qui a décrit ce gisement (*B. S. M.* XXXI. 215. 1908, et *B. S. G.* VIII. 265. 1908), considère cette alunite comme due à l'action sur la rhyolite des eaux sulfuriques résultant de la décomposition de la pyrite des schistes.

NATROALUNITE

$(Na,K)^2[Al(OH)^2]^6(SO^4)^4$

L'alunite exclusivement sodique n'a pas encore été trouvée dans la nature ; M. W. Cross a décrit une alunite de Rosita Hills (Colorado) et M. Harlburt une autre de Red Mountains (Colorado), dans lesquelles le potassium et le sodium se trouvent dans rapport de 4 à 7, c'est-à-dire à peu près en égale quantité en poids ($K^2O = 4,21$, $Na^2O = 4,83$). Les caractères de ce minéral sont identiques à ceux de l'alunite normale ; sa densité varie de 2,826 à 2,843.

Antilles. — *Martinique*. J'ai étudié un échantillon de tuf andésitique recueilli en 1852 à la Montagne Pelée dans le cratère de l'Étang Sec, aujourd'hui comblé par le dôme d'andésite, qu'a édifié l'éruption de 1902-1903.

Ce tuf est blanc, sa surface est comme concrétionnée ; toutes ses

cavités sont tapissées par une croûte hérissée de petits pointements cristallins. L'examen microscopique fait voir qu'ils sont constitués par des rhomboèdres uniaxes et optiquement positifs d'un minéral du groupe de l'alunite. Les essais chimiques, effectués sur le produit de l'attaque par l'eau de la roche calcinée, montrent qu'il existe une proportion peu différente de sodium et de potassium. L'assimilation de ce minéral à la natroalunite est donc justifiée.

JAROSITE

$K^2[Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$

Rhomboédrique : $pp = 89°15'$.

Angle plan de $p = 89°14'30''$

$$\left[\begin{array}{c} a : c = 1 : 1{,}2492 \text{ (König)} \\ p\,a^1 = 124°44' \end{array}\right]$$

Formes et faciès. La jarosite se trouve en petits rhomboèdres basés p $(10\bar{1}1)$ et a^1 (0001), rappelant les cristaux de pharmacosidérite (cube avec tétraèdre), quand ils ne sont pas aplatis suivant la base, particularité qui est d'ailleurs fréquente ; dans d'autres cas, l'aplatissement est tel que les cristaux ont l'aspect de lamelles à contour hexagonal. Le plus souvent, les cristaux sont peu distincts. La jarosite forme aussi des masses fibreuses, concrétionnées, des masses compactes (*pastréite*).

Clivages. Clivage a^1 (0001) distinct.

Dureté. 2, 5 à 3,5.

Densité. 3,15 à 3,29. Un peu plus faible dans les variétés compactes et dans les types alumineux, 2.95 (Saint-Léger).

Coloration et éclat. Jaune d'or à jaune brunâtre. Transparente en lames minces. Poussière jaune clair.

Éclat vitreux et adamantin dans les cristaux. Aspect terne ou terreux dans les variétés compactes.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$) ; assez biréfringente.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, mais peu intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = jaune d'or à jaune-paille.
$\mathbf{n}_p$ = jaune d'or très pâle à incolore.

Composition chimique. La formule $K^2 [Fe(OH)^2]^6(SO^4)^4$ ou K^2O, $3 Fe^2O^3, 4 SO^3$, $6 H^2O$ correspond à la composition théorique donnée en *a*).

b) Analyse de la jarosite (*pastréite*) de Saint-Félix-de-Pallières, par M. Azéma (*B. S. M.* XXXIII. 1910), *c*) de Saint-Léger en Charnay, par M. Pisani ; cette analyse montre qu'une petite quantité du potassium peut être remplacée par de l'hydrogène et une portion plus importante de fer par de l'aluminium, 11 °/₀ d'eau part au rouge et le reste à une température plus élevée.

	a	*b*	*c*
SO^3	31,9	32,02	28,66
Fe^2O^3	47,9	48,63	39,60
Al^2O^3	»	»	9,40
K^2O	9,4	7,75	5,90
Na^2O	»	0,55	0,99
H^2O	10,8	10,61	16,30
Argile	»	0,29	»
	100,0	99,85	100,85

Essais pyrognostiques. Comme la copiapite, mais ne perd son eau qu'à plus haute température ; en outre, le minéral calciné, puis repris par l'eau, cède à celle-ci du sulfate de potassium.

Insoluble dans l'eau ; soluble dans les acides.

Diagnostic. La jarosite se distingue des sulfates basiques de fer de même couleur (carphosidérite, apatélite, etc.), en ce que sa solution dans un acide donne les réactions du potassium. Elle se différencie de la métavoltite par sa complète insolubilité dans l'eau.

Altérations. Le minéral se ternit par altération, change de couleur en perdant une partie de son acide et de ses alcalis et se transforme peu à peu en limonite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La jarosite est un résultat de la réaction des produits sur des gangues contenant des alcalis résultant de l'oxydation de la pyrite.

Cévennes. — *Gard.* La mine de pyrite et de galène de Saint-Félix-de-Pallières a fourni autrefois en abondance des rognons d'une substance jaune, compacte, parfois mamelonnée à l'extérieur et atteignant plus d'un décimètre de diamètre. Elle est souvent homogène ou mélangée aux autres minéraux (fibroferrite, cérusite, anglésite, limonite, gypse) du même gisement ; parfois elle repose sur la galène.

Ce minéral a été décrit par Bergmann (*Verhandl. Ver. Rheinl.* 1866. 17) sous le nom de *pastréite* (Nordmann) à la suite des deux analyses suivantes :

	SO^3	Fe^2O^3	PbO	As^2O^5	Al^2O^3 (1)	H^2O	quartz	
a	30,47	46,50	1.25	1,86	0,89	16,04	2,40	= 99,41
b	30,55	52,80	»	2,05	0,63	13,95	»	= 99,98

L'examen microscopique m'ayant permis de constater l'homogénéité de ce minéral, sa cristallinité, et l'identité de ses propriétés optiques avec celles de la jarosite, j'ai prié M. Azéma de bien vouloir en faire l'analyse (*B. S. M.* XXXIII. 130. 1910) ; les résultats donnés plus haut démontrent l'inexactitude des analyses de Bergmann, faites d'ailleurs sur des substances impures, et ne laissent aucun doute sur l'identité de la pastréite et de la jarosite ; la pastréite constitue une variété compacte, qui peut être comparée à la moronolite du Comté d'Orange (New-York).

Bourgogne. — *Saône-et-Loire*. J'ai trouvé autrefois en grande abondance dans une petite carrière de grès triasique, exploitée pour l'empierrement sous le château de Saint-Léger en Charnay près Mâcon, un minéral que j'ai décrit à tort (*C. R.* CIII. 1037. 1886 et *B. S. M.* IX. 192. 1887) sous le nom de *carphosidérite*. Un examen qualitatif nouveau, puis l'analyse *c*, qu'a bien voulu en faire M. Pisani, montrent en effet que ce minéral doit être, lui aussi, rapproché de la jarosite, dont il possède les propriétés optiques. Il en constitue une variété alumineuse, qui en outre contient peut-être un peu d'eau d'hydratation : certains échantillons renferment, à l'état de mélange, une petite quantité de phosphate ferrique.

Le minéral le plus pur forme de petites lames à contour hexagonal, d'un jaune foncé, dans les cavités du grès. Le plus souvent, il constitue des masses à structure fibrolamellaire, d'un jaune beaucoup plus pâle, à éclat soyeux : elles atteignent plusieurs kilogrammes. Elles sont moulées sur les parois des fentes du grès, dont elles reproduisent tous les accidents.

Au bout de quelques mois d'exposition à l'air, le minéral devient terne ; il perd de l'acide sulfurique et ses alcalis, et se transforme peu à peu en limonite terreuse, d'un jaune plus foncé, un peu rougeâtre.

1. Avec MnO et CaO.
2. Avec CaO et sable.

LANARKITE

$(Pb^2O)SO^4$.

Monoclinique : $mm = 98°6'$.

$b : h = 1000 : 1045,01$ $D = 755,14$ $d = 655,54$.

Angle plan de $p = 98°4'40''$

— $m = 111°11'$

[$a : b : c = 0,86811 : 1 : 1,38363$. (Schrauf).]
[$zx = 88°11'$]

Formes observées. p (001) ; h^1 (100), o^3 (103) et une pyramide indéterminable.

Macles. Macle polysynthétique suivant une face de la zone ph^1.

	Angles calculés.	mesurés.
[ph^1	91°49'	91°41' (Jannettaz) (cliv.)
[po^3	152°26'	

Faciès des cristaux. Les cristaux de lanarkite sont allongés suivant l'axe b. Ceux de l'unique gisement français décrit plus loin constituent des masses aciculaires, dont les formes ne peuvent être déterminées avec précision.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), assez facile suivant g^1 (010) (Laquorre) ; traces suivant h^1 (100) et o^3 (103). Les lames de clivages sont flexibles.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 6,3 à 6,8.

Coloration et éclat. Blanche, blanc verdâtre, jaune gris. Poussière blanche. Transparente à translucide.

Éclat nacré sur les lames de clivage ; dans les autres directions, éclat adamantin et résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait dans g^1 (010) un angle d'environ 28° avec la trace de la macle polysynthétique.

On voit en lumière convergente la figure d'un axe optique sur le bord du clivage p (001).

$2 H_r = 62°38'$ (rouge), 64°28' (vert), Jannettaz (Laquorre).

Composition chimique. La formule $(Pb^2O)SO^4$ ou $PbSO^4$, PbO correspond à la composition suivante :

SO^3...........	15,2
PbO...........	84,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond facilement et recristallise par refroidissement. En partie dissoute par l'acide azotique étendu, avec résidu de sulfate de plomb.

Altérations. La lanarkite se transforme en anglésite, en cérusite, en leadhillite ; c'est ce mode de décomposition qui avait fait prendre à l'origine ce minéral pour un sulfocarbonate de plomb.

Diagnostic. La lanarkite se distingue de l'anglésite par la facilité de son clivage *p* et les propriétés optiques de celui-ci, ainsi que par son attaquabilité partielle par l'acide azotique ; de la leadhillite par sa forme, les propriétés optiques du clivage le plus facile et par son attaquabilité par l'acide azotique sans dégagement gazeux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Ariège.* La lanarkite est un minéral très rare du cha-

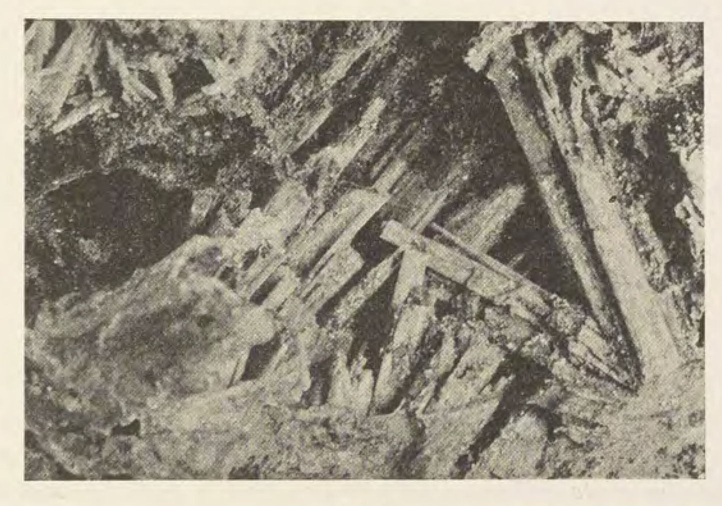


Fig. 1.
Lanarkite de Laquorre (*Ariège*). (*Grossissement de trois diamètres.*)

peau d'oxydation des filons plombifères ; on ne l'a guère trouvée en

cristaux qu'à Leadhills en Écosse et à l'ancienne mine de Laquorre près Aulus, où elle a été signalée par M. Jannettaz (*C. R.* LXXVI. 1420.1873) d'après des échantillons de la collection du Muséum (il a dosé $SO^3 = 14\,°/_o$).

Ce sont eux que j'ai examinés ; leur gangue est constituée par du quartz, de la cérusite compacte d'un blanc jaunâtre, associée à de la barytine crêtée, supportant parfois de petits cristaux de calamine dans des géodes distinctes de celles qui contiennent la lanarkite. Celle-ci offre le même aspect que le minéral de Leadhills ; les cristaux présentant dans la zone d'allongement p, h^1, o^3, sont terminés par une pyramide aiguë indéterminable (fig. 1 et figure 2, page 160) ; ils sont d'un gris jaune, blancs, verdâtres, ou superficiellement noirs.

J'ai constaté que dans ceux que j'ai moi-même étudiés, la lanarkite est superficiellement transformée en cérusite, et en leadhillite, qui existe aussi en petits cristaux indépendants.

Les haldes de la mine de Laquorre, que j'ai explorées avec soin, ne renferment plus trace de ces minéraux.

BROCHANTITE

$(Cu\,OH)^2\,SO^4.\ 2\ Cu(OH)^2$

Orthorhombique : $mm = 104°32'$.

$b : h = 1000 : 355{,}21$ $D = 790{,}81$ $d = 612{,}01$

$[a : b : c = 0{,}7739 : 1 : 0{,}4871$. (Kokscharoff)].

Formes observées. p (001) ; m (110), g^1 (010), g^3 (120) ; a^1 (101), $a^{1/2}$ (201) ; e^2 (012).

	Angles calculés.		Angles calculés.
mm	104°32′	pa^1	147°49′
$g^3\,g^3$ s. h^1	65°46′	$pa^{1/2}$	128°28′
mg^1	127°44′	pe^2	166°19′

Faciès des cristaux. Les cristaux de brochantite appartiennent à trois types principaux :

Type I. Le plus fréquent est caractérisé par l'allongement suivant l'axe c, avec souvent aplatissement suivant g^1 (010) (fig. 2).

Type II. Ce type est allongé suivant l'axe *b* et présente l'aspect de la célestite apotome, grâce au grand développement de la pyramide $k = (b^{1/11}\ b^{1/13}\ h^{1/4})$ (12.1.4) à faces courbes.

Type III. Les cristaux sont allongés suivant l'axe *a* (fig. 3). Les faces de la zone verticale sont cannelées parallèlement à l'axe *c*.

Le plus souvent, la brochantite forme des cristaux aciculaires, des croûtes creusées de cavités, et plus rarement des masses compactes ou stalactiformes avec une surface extérieure lisse et brillante et une structure interne très cristalline (Arrigas).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait ; traces suivant *m* (110). Cassure inégale.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3, 91.

Coloration et éclat. Vert variant du vert-émeraude au vert noirâtre. Poussière vert pâle. Transparente à translucide. Éclat un peu nacré sur les faces du clivage g^1 (010) ; éclat vitreux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à g^1 (010).

$$2\,H = 95 \text{ à } 98^{\circ}\ (Dx)$$

Fig 1.
Brochantite. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est distinct dans les teintes vertes, avec maximun d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule $(CuOH)^2SO^4$, $2Cu(OH)^2$ ou $4CuO.SO^3 + 3H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3	17.7
CuO	70.3
H^2O	12.0
	100.0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne de l'eau, puis, à haute température, de l'acide sulfurique, et noircit. Fusible au chalumeau en colorant la flamme en bleu. Sur le charbon, est réduite en un globule de cuivre.

Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Le minéral avec lequel peut être confondue la bro-

chantite[1], est la malachite, qui se présente souvent avec la même couleur verte ; elle s'en distingue aisément en ce qu'elle se dissout sans effervescence dans les acides et que la solution donne les réactions de l'acide sulfurique. La coloration donnée à la flamme constitue un diagnostic immédiat d'avec l'atacamite. Pour le diagnostic optique avec la *malachite* et l'*atacamite*, voir tome III, p. 744.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brochantite se rencontre dans la zone d'oxydation de certains filons essentiellement ou accidentellement cuprifères. Elle y accompagne fréquemment la malachite, l'olivénite, la lettsomite, etc.

Cévennes. — *Gard*. J'ai trouvé un magnifique échantillon de brochantite dans une collection de minéraux de la mine de smithsonite d'Arrigas, que je dois à l'obligeance de M. de Brun ; celui-ci l'a signalée dans son Essai de Minéralogie du Gard (p. 77, 1902).

Ce minéral y forme des stalactites vertes à la surface de la limonite : il est parfois associé à de l'allophane et à du chrysocole, leur surface est unie et vernissée ; la cassure montre une structure très cristalline avec de nombreuses cavités, d'où je n'ai pu extraire aucun cristal distinct.

Maures. — *Var*. La brochantite a été rencontrée autrefois à la mine de la Garonne (voir chessylite). Elle y forme des croûtes cristallines avec pointements rarement distincts se rapportant au type I (fig. 2).



Fig. 2. Brochantite. Type I.

Elle est généralement associée à de la malachite mamelonnée, à l'adamite, à la lettsomite.

Algérie. — *Constantine*. En étudiant une série de minéraux des filons cuprifères et zincifères d'Aïn-Barbar, j'ai trouvé de jolis cristaux de brochantite, très brillants, d'un vert foncé, recouvrant des cristaux de chessylite ou engagés dans une halloysite grisâtre sur une gangue de cuprite ; il est difficile de les isoler : ils sont à rapporter au type III.

Madagascar. — J'ai observé la brochantite sur des échantillons de minerai de cuivre d'Ambatofangehana (*Bull. Muséum* 318. 1899).

1. D'après Schrauf, la brochantite serait triclinique ou monoclinique et alors isomorphe avec la malachite. Les propriétés optiques sont celles d'un minéral orthorhombique.

Aux affleurements de ce gisement, l'érubescite est traversée de filonnets verts ayant souvent moins de 1 millimètre d'épaisseur. Quand l'altération est plus complète, le minerai se transforme peu à peu en une masse caverneuse, dans laquelle les veinules vertes, enchevêtrées, limitent de nombreuses cavités que tapisse ou remplit de l'oxyde de fer terreux rouge. La substance verte est généralement constituée par de la malachite fibreuse et plus souvent terreuse, de la *chrysocole*, mais dans quelques échantillons, elle est sulfatée et formée par de la *brochantite*. Celle-ci constitue des croûtes cristallines qui, au premier abord, ne se distinguent pas de la malachite; un examen plus attentif fait voir que le minéral possède un éclat vitreux très vif ; ses cristaux sont d'un vert plus ou moins foncé, parfois presque noir. Tandis que les aiguilles de la malachite (il en existe quelquefois qui possèdent des terminaisons p (001) distinctes, comme dans les cristaux d'Horhausen) sont généralement implantées perpendiculairement ou obliquement à leur gangue, les cristaux de brochantite, au contraire, sont couchés à plat sur celle-ci, formant à sa surface une sorte de vernis cristallin, qui empêche de les isoler ; ils n'atteignent guère plus d'un millimètre. Le quartz, englobé dans l'érubescite, est très fissuré : ses fentes sont remplies par des cristaux de brochantite, faciles à détacher. Ce sont eux que j'ai pu examiner au microscope ; ils appartiennent au type I, ils sont allongés suivant l'axe vertical, très cannelés et terminés par un pointement aigu [probablement $a^{1/2}$(201)] ; ils rappellent les formes des cristaux de l'Utah décrits par M. Washington (fig. 2).

On trouve dans le même gisement, de la chalcopyrite, de la chessylite, de la cérusite, de l'asbolite, de l'opale, etc.

Nouvelle-Calédonie. — La brochantite a été observée à la mine de Balade, où elle forme des houppes de petits cristaux et des enduits verts associés à la malachite, à la chessylite, etc.

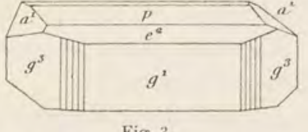


Fig. 3.
Brochantite de la Mine Pilou.
Type III.

Je viens de recevoir de beaux échantillons du même minéral provenant des gisements du nord de l'île (Mine Pilou ou mine Ao) ; dans une gangue ferrugineuse (altération de pyrite cuivreuse englobée dans phyllade), se trouvent de grandes cavités que tapissent des cristaux de brochantite ou de malachite et quelquefois des deux espèces réunies.

Les cristaux de brochantite appartiennent au type III ; ils sont très enchevêtrés et constitués par des lames aplaties suivant g^1, allongées suivant l'axe a : elles sont empilées en décroissant de taille des bords au milieu du groupement ; il en résulte une zone verticale extrêmement cannelée avec g^3 (120). Les cristaux portent en outre p (001), un clinodôme arrondi, qui paraît être e^2 (012), et fréquemment a^1 (101) (fig. 3).

LINARITE

$PbCu(OH)^2SO^4$

Monoclinique : $mm = 61°41'$

$b : h = 1000 : 417,71$. $D = 503,49$. $d = 864,01$.

angle plan de p = 60°27'44"

— m = 100°33'

[$a : b : c = 1,71613 : 1 : 0,82962$ (Kokscharoff)]
[zx = 77°22'40"]

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), a^1 ($\bar{1}01$).

*mm	61°41'	*ph^1 ant.	102°37'
mh^1	120°51'	pa^1	152°11'
		*$h^1 a^{1/2}$	127°29'

Macles. Macle suivant h^1 (100).

Faciès des cristaux. Ce minéral n'existe qu'à l'état cristallisé. Les cristaux sont allongés suivant b et souvent aplatis parallèlement à p ou a^1 ($\bar{1}01$). Ils sont parfois lamelleux et, dans ce cas, les faces qui les bordent ne sont pas toujours distinctes.

Clivages. Clivages, parfait suivant h^1 (100), facile suivant p (001). Cassure conchoïdale.

Dureté. 2. 5. Fragile.

Densité. 5. 3 à 5.45.

Coloration et éclat. Bleu azur foncé ; bleu pâle dans les cristaux très minces. Poussière bleu pâle. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux ou adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n_p}$) fait dans g^1 (010), un angle d'environ 10° avec l'axe vertical, dans l'angle aigu de ph^1 (001) (100) ; elle est donc presque perpendiculaire à a^1 ($\bar{1}01$), face d'aplatissement assez fréquente.

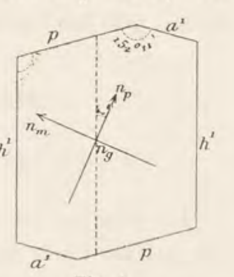


Fig. 1.
Linarite. Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse $\mathbf{n_g}$.

$\mathbf{n_g}$ = 1,8593 (Na) (Brugnatelli)
$\mathbf{n_m}$ = 1,8380
$\mathbf{n_p}$ = 1,8090
$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p}$ = 0,0503
2V = 79°53′

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n_g}$ = bleu de Prusse.
$\mathbf{n_m}$ = bleu un peu plus clair.
$\mathbf{n_p}$ = bleu pâle.

Composition chimique. La formule $PbCu(OH)^2SO^4$, ou PbO,CuO $SO^3 + H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3........	20.0
PbO........	55.7
CuO........	19.8
H^2O........	4.5
	100.0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite et noircit.

Sur le charbon, fond facilement pour donner, au feu réducteur, un globule métallique et un enduit de plomb. L'addition de borax permet d'obtenir aisément un globule de cuivre pur.

Soluble dans l'acide azotique avec résidu de sulfate de plomb ; l'attaque doit être faite à l'aide d'acide étendu sur le minéral finement pulvérisé.

Altérations. Des pseudomorphoses de linarite en cérusite ont été signalées.

Diagnostic. La linarite, grâce à sa couleur bleue intense, ne peut guère être confondue qu'avec la chessylite, monoclinique comme elle et à laquelle elle est parfois associée. Les propriétés optiques d'une part (la bissectrice aiguë est de signe contraire dans ces deux minéraux), les essais chimiques d'une autre, rendent le diagnostic facile. La ches-

sylite se dissout avec effervescence dans les acides sans résidu et ne donne pas les réactions du plomb comme la linarite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

1° *Dans les gisements métallifères.*

La linarite est un minéral rare du chapeau d'oxydation des filons de galène, contenant des minéraux cuprifères ; elle est souvent associée à la calédonite, la lanarkite, la chessylite, la cérusite, l'anglésite, etc.

Plateau Central. — *Allier*. La collection du Muséum possède un échantillon de quartz du filon de la Prugne, dans lequel se trouvent des lames de linarite, très aplaties, suivant a^1 ($\bar{1}01$) ; elles sont bordées par *m* et h^1 ; l'allongement suivant l'axe *b* est très accentué. Cette linarite est associée à des cubes de galène, tous en voie de transformation en cérusite.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai décrit déjà (*B. S. M.* XVII. 56. 1894) la linarite, que j'ai observée dans des échantillons de la mine Pilou. Elle recouvre de ses cristaux bleu clair transparents et très minces des géodes de chessylite ; elle se trouve aussi dans les cavités de la limonite ou tapisse des géodes quartzeuses, dans lesquelles elle est intimement mélangée à des cristaux d'anglésite.

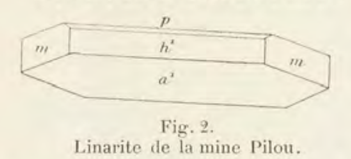


Fig. 2.
Linarite de la mine Pilou.

La figure 2 représente la forme de ces cristaux, aplatis suivant a^1 ($\bar{1}01$) et limités par des faces h^1 et *m* (ou des pyramides de la zone *p m*).

2° *Dans les produits oxydés de l'industrie cuprifère.*

Bretagne. — *Finistère*. M. L. Michel a trouvé dans les scories plombifères et cuprifères des vieilles fonderies de Poullaouen, décrites tome III, page 750, de jolis cristaux bleus de linarite, semblables aux cristaux naturels : *p m* h^1 a^1, avec aplatissement suivant l'axe *b* ; ils sont accompagnés de chessylite, de malachite, d'aurichalcite, d'anglésite, de cérusite et de gypse.

COMBINAISONS
DE SULFATES ET DE CARBONATES

CALÉDONITE

$[(Pb.Cu)CO^3.\ (Pb.Cu)(OH)^2]\ [(Pb.Cu)SO^4.\ (Pb.Cu)(OH)^2]$

Orthorhombique : $mm = 95°0'$

$b : h = 1000 = 1033,53 \quad D = 736,52 \quad d = 676,37$

$[a : b : c = 0,9163 : 1 : 1,4032$ (Brooke-Miller)].

Faciès des cristaux. — La calédonite constitue des cristaux de petite taille, allongés suivant l'axe *a* ; souvent elle forme des groupements de petites aiguilles divergentes.

Clivages. Clivages, parfait suivant *p* (001) ; assez facile suivant h^1 (100). Cassure inégale.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 6, 4.

Coloration et éclat. Vert-de-gris, vert bleuâtre. Poussière d'un blanc verdâtre. Transparente à translucide.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100), bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaire à g^1 (010). Dispersion faible $\rho < v$.

	rouge	bleu
2 V =	82°37′	83°3′
$\mathbf{n}_m$ =	1,846	1,864 (Dx.)

Pléochroïsme. La calédonite est nettement pléochroïque dans les teintes bleues, avec minimum d'absorption suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. Les analyses anciennes indiquent de l'anhydride carbonique, qui a été regardé par Maskelyne et Flight comme

dû à un mélange mécanique de cérusite, mais des analyses plus récentes ont mis en évidence la présence réelle de CO^2 : le rapport des deux termes de la formule donnée plus haut est souvent 4 : 3.

Essais pyrognostiques. Comme linarite.

Diagnostic. La réaction par l'acide azotique, jointe à la couleur et aux propriétés du clivage facile, permet de distinguer la calédonite de la linarite, à laquelle elle est fréquemment associée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Rhône.* La calédonite est un minéral peu fréquent du chapeau d'oxydation des filons plombifères.

Je l'ai signalée (*B. S. M.* VII. 462.1884.) en fort petits cristaux bleus, peu nets, dans une cérusite compacte, associée à du massicot et provenant des haldes de la mine de la Nuissière à Chenelette.

LEADHILLITE

$$Pb^2[Pb.OH]^2[CO^3]^2[SO^4]$$

Monoclinique : $mm = 59°26'$

$$b : h = 1000 : 1103{,}75 \quad D = 495{,}82 \quad d = 868{,}45$$

angle plan de $p = 59°27'$

— $m = 89°53''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}75152 : 1 : 2{,}22608 \text{ (Artini)} \\ zx = 89°32' \end{array} \right]$$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), o^1 (101), $o^{1/2}$ (201), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) ; d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; ε (418).

Macles. — Il existe deux macles : 1° macle suivant m (110), microscopique, présentant diverses modalités, analogues à celles décrites dans l'aragonite ;

2° Macle polysynthétique suivant h^2 (310), développée par l'action de la chaleur.

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux du Djebel Ressas.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	59°26′	
mh^1	119°43′	
mg^1	150°17′	
po^1	128°29′	128°10′
h^1o^1	141°59′	
$po^{1/2}$	111°53′	111°45′
$o^{1/2}h^1$	158°35′	
ph^1 ant.	90°28′	
h^1a^1	141°38′	
pa^1	127°54′	128°13′
$h^1a^{1/2}$	158°28′	
$pa^{1/2}$	111° 4′	112°
pd^1	128° 7′	127°40′
d^1m	142° 7′	
$pd^{1/2}$	111°31′	
$d^{1/2}m$	158°43′	
pm ant.	90°14′	90°30′
$pb^{1/2}$	111°7′	
$b^{1/2}m$	158°39′	
pb^1	127°49′	
b^1m	141°57′	
$p\delta$	145°23′	146° 1′
d^1h^1 adj.	112°58′	
b^1h^1 adj.	112°45′	
$d^{1/2}h^1$ adj.	117°40′	
$b^{1/2}h^1$ adj.	117°33′	
$d^{1/2}g^1$	143°54′	
$b^{1/2}g^1$	144° 7′	
$\delta\delta$ ant.	153°39′	

Faciès des cristaux. Les cristaux sont généralement tabulaires suivant p (001) et ont un aspect hexagonal; le minéral ne se présente qu'en cristaux ou en masses lamelleuses de petites dimensions.

Clivages. Clivage parfait suivant p (001), donnant des lames très minces; traces suivant h^1 (100).

Dureté. 2,5. Un peu sectile.

Densité. 6,25 à 6,44.

Coloration et éclat. Blanche, jaune, grise ou verdâtre. Poussière incolore. Translucide, transparente en lames minces.

Éclat nacré extrêmement vif sur p ; dans les autres directions, éclat vitreux ou adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) sensiblement normale à p ; dispersion notable, avec $\rho < v$. L'angle des axes optiques diminue avec la température, puis devient nul à une température qui paraît varier dans les divers échantillons ; c'est ainsi que Des Cloizeaux a trouvé pour le rouge dans les diverses plaques d'une même lame 20°54′ à 12° C. et 0° à 146°5 C., puis 23°16′ à 12° C. et 8°26′ à 175°C. M. Hintze donne 125° C. pour la température à laquelle le minéral devient uniaxe et M. Mügge 300° C. pour celle à laquelle disparaissent complètement les macles microscopiques.

Fig. 4. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

La *susannite*, qui a été longtemps considérée comme un minéral distinct, cristallisant en rhomboèdres de 72°30′, est une variété de leadhil-

lite, normalement uniaxe. Dans la leadhillite, l'uniaxie est fréquente à la température ordinaire, grâce à des superpositions de lames minces résultant de macles : tel est en particulier le cas de certaines plages des cristaux de Tunisie, décrits plus loin.

Composition chimique. La formule $Pb^2[Pb.OH]^2[CO^3]^2[SO^4]$, ou $4\ PbO\ SO^3$, $2\ CO^3$, H^2O, correspond à la composition centésimale suivante :

SO^3	7,4
CO^2	8,2
PbO	82,7
H^2O	1,7
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Donne un peu d'eau dans le tube. Au chalumeau, se gonfle et fond en une masse jaune, qui devient blanche par refroidissement. Donne un globule de plomb sur le charbon et avec la soude un hépar.

Attaquée par l'acide azotique avec effervescence, en laissant un résidu blanc de sulfate de plomb.

Diagnostic. Son éclat nacré, extrêmement vif, sur le clivage facile et les propriétés optiques de celui-ci sont caractéristiques de la leadhillite, qui ne peut être confondue avec aucun des minéraux plombifères. Les essais pyrognostiques complètent le diagnostic.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La leadhillite est un minéral rare du chapeau de fer des filons plombifères et elle y est d'ordinaire associée à la lanarkite, à la cérusite et à l'anglésite. On la rencontre aussi dans quelques gîtes de substitution zincifères contenant du plomb.

Pyrénées. — *Ariège.* J'ai rencontré la leadhillite associée à la lanarkite de l'ancienne mine de Laquorre, près Aulus. Elle y forme de très petites lamelles hexagonales ($p\ m\ h^1$), brunâtres fort nettes ; elle est postérieure à la lanarkite, aux dépens de laquelle et sur les cristaux de laquelle elle s'est parfois produite (fig. 2), mais elle est plus ancienne que la cérusite.

Elle existe aussi en cristaux indépendants implantés directement sur la gangue ; ils sont de plus grande taille et parfois de couleur plus foncée.

Tunisie. — M. Jecker a signalé (*C. R.* CXL. 1410. 1905) l'existence dans les mines du Djebel Ressas de fort beaux cristaux de leadhillite blanche ou jaune d'or, atteignant 2 cm. de plus grande dimension. Ils ont été trouvés, il y a quelques années, dans une géode tapissée

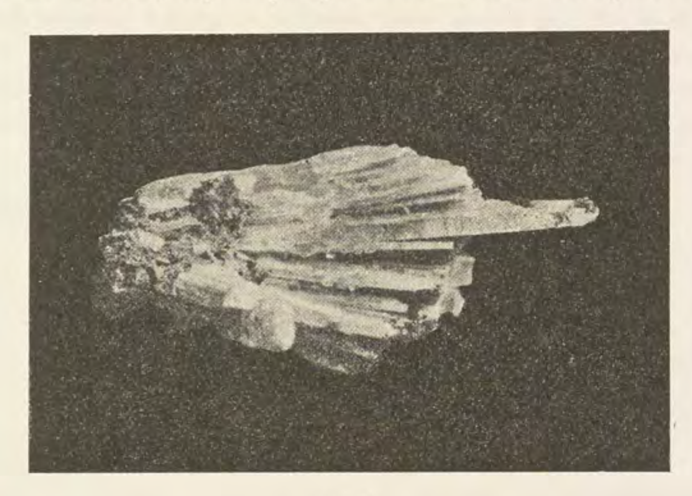


Fig. 2.
Lamelles de leadhillite appliquées sur cristaux de lanarkite. Mine de Laquorre.
(*Grossissement de cinq diamètres.*)

d'hydrozincite, qui a fourni aussi les cristaux de cérusite décrits et figurés tome III, page 724 et suivantes.

Les échantillons qu'il m'a communiqués sont comme ceux de cérusite, isolés de toute gangue ; ils sont riches en faces, mais difficiles à étudier parce qu'ils sont constitués par le groupement à axes imparfaitement parallèles d'un grand nombre d'individus, impossibles à isoler à cause de l'extrême facilité du clivage basique.

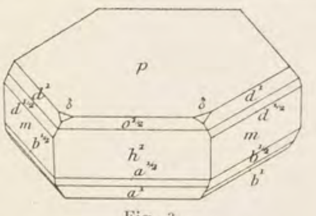


Fig. 3.
Leadhillite du Djebel Ressas.

La figure 3 représente toutes les formes que j'ai observées ; parmi celles-ci, p, m, h^1 ne manquent jamais ; il en est de même de $o^{1/2}$ (201) et de a^1 ($\bar{1}01$) et des quatre pyramides d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), b^1 ($\bar{1}12$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; o^1 (101) et $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) se trouvent moins souvent. Le développement de ces diverses formes est très inégal suivant les cristaux ; certaines d'entre elles peuvent même devenir très larges ; la pyramide δ (418) ne constitue que de très petites facettes ; enfin, il

existe plusieurs autres pyramides antérieures avoisinant ∂, que je n'ai pu préciser à cause de leur petitesse et de la complexité du groupement en éventail de l'échantillon sur lequel je les ai observées.

Je signalerai en terminant un cristal à faces ternes, réduit aux formes p, m, h^1, sur lequel sont groupés en grand nombre des cristaux plus récents, riches en faces brillantes.

Les cristaux de leadhillite du Djebel Ressas peuvent rivaliser avec les plus beaux connus, grâce à leurs grandes dimensions et ils présentent en outre la particularité d'être isolés.

SULFATES HYDRATÉS

MIRABILITE

$Na^2SO^4 + 10\ H^2O$

Monoclinique : $mm = 86°31'$

$b : h = 1000 : 825,70$ D = 667,40 d = 744,68

angle plan de $p = 83°44'10''$

— $m = 103°7'22''$

[$a : b : c = 1,1158 : 1 : 1,2372$ (Haidinger)

$zx = 72°15'$]

Macles. Macle rare suivant h^1 (100).

Faciès des cristaux. Les cristaux de mirabilite rappellent comme formes et comme angles ceux des pyroxènes monocliniques ; ils sont parfois un peu allongés suivant l'axe vertical. Ils peuvent surtout être observés en dissolvant dans l'eau et en faisant recristalliser le minéral naturel, qui se présente généralement en efflorescences, en petites aiguilles ou en masses cristallines.

Clivages. Clivage parfait suivant h^1 (100) ; traces suivant p (100) et g^1 (010).

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 1,481.

Coloration et éclat. Incolore. Transparente à opaque. Éclat vitreux.

Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p.

Propriétés optiques. Plan des axes et bissectrice aiguë, *négative* (n_p), perpendiculaires à g^1 (010). Dans g^1, n_g fait avec h^1, dans l'angle obtus de ph^1 (001) (100), un angle d'environ 31° pour les rayons rouges et de 26°31 pour les rayons bleus (Dx). Forte dispersion tournante, avec en outre $\rho > v$ faible.

2E = 122°48' (rouge) (Dx).
n_m = 1,44 environ (Miller).

Composition chimique. La formule $Na^2SO^4 + 10\ H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3......	24,8
Na^2O.....	19,3
H^2O......	55,9
	100.0

Saveur. Saveur fraîche, légèrement saline et amère.

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne beaucoup d'eau ; colore la flamme en jaune d'une façon intense. Très soluble dans l'eau.

Par exposition à l'air sec, perd une partie de son eau et se transforme en une poudre blanche, l'*exanthalose* de Beudant (*Traité Minéralogie*. II. 475. 1832), qui est un hydrate à deux molécules d'eau.

Diagnostic. Sa grande solubilité dans l'eau, la facilité avec laquelle il se déshydrate à l'air, jointes à ses propriétés chimiques, permettent de distinguer facilement ce minéral des autres sulfates solubles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mirabilite se rencontre dans les gisements gypsifères, dans les régions désertiques, aux griffons de certaines sources thermales et plus rarement comme produit secondaire parmi les minéraux des fumerolles volcaniques.

1° *Dans les gisements gypsifères et salifères.*

La mirabilite forme souvent des efflorescences dans les terrains gypsifères ou salifères ; on peut citer comme exemple les carrières de gypse de Malvézy près Narbonne (*Aude*) et les marnes gypseuses salifères du *Jura* (Laffenet, Salins, Montmorot) : dans cette dernière localité, la mirabilite se trouve sous forme de croûtes jaunâtres, le long des tuyaux de conduite de l'eau salée de la mine (Ogérien. *Hist. Nat. du Jura*. I. 284.1875). Un autre gisement mérite une mention spéciale.

Pyrénées.— *Ariège*. La mirabilite a été souvent trouvée sous forme d'efflorescences dans la mine souterraine de gypse de Lacourt. Dans le courant de l'année 1902, une recherche, faite dans une galerie abandonnée depuis deux ans, permit de constater des efflorescences de sa variété capillaire particulièrement abondantes. Quelques coups de mine mirent

à découvert deux amas de mirabilite en masses incolores et transparentes, formées par l'enchevêtrement de gros cristaux, présentant un clivage très facile. Je n'y ai pas vu de formes géométriquement déterminables (*B. S. M.* XXXI. 351. 1908). Le minéral, s'efflorissant rapidement à l'air, renferme 56 °/₀ d'eau.

L'un des amas était constitué par une lentille du minéral pur, mesurant 6 m. × 0 m. 20 × 0 m. 40 ; renflé à sa partie médiane, il s'amincissait peu à peu sur ses bords. Le second, mesurant 4 m. de plus grande dimension, était formé par un réseau de fissures s'anastomosant au milieu du gypse.

2° *Dans les sources thermales.*

Le sulfate de sodium est l'un des éléments principaux de certaines eaux chlorurées sodiques ; les sources thermales françaises, qui en renferment le plus, sont celles de Saint-Gervais (*Haute-Savoie*), 1 gr. par litre, et celles d'Uriage (Isère), 1 gr. 53 par litre.

Les eaux sulfurées sodiques affleurant aux alentours des griffons de Saint-Gervais en contiennent une quantité beaucoup plus faible.

La mirabilite forme quelquefois des efflorescences aux alentours de ces sources ; tel est le cas de celles qui se rencontrent au ravin de Graüs d'Olette (*Pyrénées-Orientales*).

3° *Dans les régions désertiques.*

Soudan. — *Région du Tchad*. La mission Chari-Tchad (1902-1903) a rapporté à mon laboratoire des efflorescences formées par un mélange de trona et de thénardite (voir page 32), placées humides dans un barillet ; au cours du voyage, de la mirabilite a cristallisé au fond de celui-ci sous forme de masses transparentes à grands éléments.

GYPSE

$CaSO^4 + 2\,H^2O$

Monoclinique : $mm = 111°22'$ [1]

$b : h = 1000 : 330{,}502 \quad D = 801{,}444 \quad d = 598{,}069$

angle plan de $p = 106°32'11''$
— $m = 103°59'15''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}74624 : 1 : 0{,}41238 \text{ (Dx}^{1}) \\ zx = 66°10' \end{array}\right]$$

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010), g^2 (130) ; $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$), $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$) ; e^1 (011), $e^{1/3}$ (031) ; $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ;
$a_{2/9} = (b^{1/2}\, b^{1/9}\, h^{1/9})$ ($\overline{11}.7.18$), $a_3 = (b^1\, b^{1/3} h^1)$ ($\bar{2}11$) ; $u = (b^1\, d^{1/5}\, g^{1/3})$ ($\bar{2}33$) ; $\sigma = (b^1\, d^{1/5}\, g^{1/4})$ ($\bar{2}34$) ; $\delta = (b^{1/3}\, d^{1/18}\, g^{1/13})$ ($\overline{15}.21.26$).

Macles. Les macles du gypse sont très fréquentes. Il en existe deux, qui s'observent d'ordinaire dans des cristaux présentant des formes distinctes.

1° Macle suivant h^1 (100). Cette macle, la plus commune dans les gisements de gypse considérés dans leur ensemble, est susceptible de plusieurs modalités : elle peut se produire : 1° par accolement suivant h^1 (100) (fig. 23 à 26 et 36) ; 2° par pénétration à la façon de la macle de Carlsbad et de l'orthose (fig. 37) ; ou 3° par entrecroisement (fig. 27).

Contrairement à ce qui a lieu si souvent dans tant de minéraux,

1. Beaucoup d'auteurs adoptent, à la suite de Miller, une forme différente de celle-ci. Voici la correspondance des deux orientations :

Dx		Miller	Dx		Miller
h^1 (100)	=	h^1 (100)	$a^{1/2}$ (201)	=	o^1 (101)
m (110)	=	m (110)	e^1 (011)	=	$b^{1/2}$ ($\bar{1}11$)
g^1 (010)	=	g^1 (010)	$e^{1/3}$ (031)	=	($\bar{1}31$)
p (001)	=	a^1 ($\bar{1}01$)	$b^{1/2}$ ($\bar{1}11$)	=	e^1 (011)
a^3 ($\bar{1}03$)	=	$a^{3/2}$ ($\bar{2}03$)	a_3 ($\bar{2}11$)	=	$d^{1/2}$ (111)
$a^{9/4}$ ($\bar{4}09$)	=	$a^{9/5}$ ($\bar{5}09$)	$a_{2/9}$ ($\overline{11}.7.18$)	=	w ($\bar{7}.7.18$)
$a^{3/2}$ ($\bar{2}03$)	=	a^3 ($\bar{1}03$)	u ($\bar{2}33$)	=	u ($\bar{1}33$)
$a^{3/4}$ ($\ddot{4}03$)	=	o^3 (103)	δ ($\overline{15}.21.26$)	=	($\overline{11}.21.26$)

quand les macles sont aplaties, l'aplatissement a lieu, non pas parallèlement, mais perpendiculairement au plan d'association.

2° Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{1}02$). Les cristaux, qui présentent cette macle, ont généralement la forme de lentilles, le clivage g^1 est commun aux deux individus maclés ; les lames de clivage ont des formes variées, suivant la nature des faces qui limitent les lentilles ; celles-ci (a_3) sont parfois comprises dans la zone g^1 $a^{1/2}$ (fig. 8 et 15) (Type I) ; quand elles ne le sont pas, la forme des clivages rappelle souvent celle d'un *fer de lance* (type II). Tantôt il existe des angles rentrants (fig. 8 à 14), tantôt seulement des angles saillants (fig. 15 et 39). Ces macles, qui sont très caractéristiques du gypse des environs de Paris, seront étudiées en détail plus loin.

La figure 35 (A) représente un groupement régulier, fréquent dans le gypse de l'argile plastique de la région parisienne.

	Angles calculés.
*mm	111°30′
mh^1	145°45′
mg^1	124°15′
mg^2	150°20′
ph^1	113°50′
$pa^{9/4}$	165°57′30″
$pa^{3/2}$	158°20′
$pa^{1/2}$	118°35′
$a^{9/4}$ h^1	80°12′
$a^{3/2}$ h^1	87°49′
$a^{1/2}$ h^1	127°34′
macles suivant h^1	
$a^{9/4} a^{9/4}$	160°24′
$a^{3/2} \bar{a}^{3/2}$	175°38′
$a^{1/2} \bar{a}^{1/2}$	104°52′
*e^1 $e^{\bar{1}}$ s. p	138°40′
$e^{1/3}$ $e^{1/3}$	82°56′
e^1 h^1 ant.	112°14′
ue^1 adj.	159°47′
$b^{1/2}$ u	169°23′
$b^{1/2}$ e^1	149°10′
macle h^1	
$e^1 \underline{e}^1$	135°32′

	Angles calculés.
g^1 σ	107° 2′
$\sigma\sigma$ adj.	145°56′
g^1 δ	108°18′
$\delta\delta$ adj.	143°24′
g^1 $a_{2/9}$	99° 5′
$a_{2/9}$ $a_{2/9}$	161°50′
g^1 u	112°24′
$ua^{3/2}$	157°36′
uu s. $a^{3/2}$	135°12′
g^1 $b^{1/2}$	112° 9′
$b^{1/2}$ $b^{1/2}$ adj.	135°42′
*e^1 m ant.	120°45′
$a_{2/9}$ m	98°28′
$a^{3/2}$ m	91°48′30″
$a_{2/9}$ $a^{3/2}$ adj.	170°31′
macle $a^{1/2}$	
mm	119°28′
$\overline{a^{9/4}} a^{9/4}$	94°44′
$a^{3/2} \bar{a}^{3/2}$	79°30′
$a^{3/4}$ $\bar{a}^{3/4}$	34°58′
$\underline{\sigma}^6$	95°50′
$b^{1/2}$ $b^{1/2}$	70°42′

Faciès des cristaux. Les cristaux de gypse se rapportent à trois types principaux.

Type I. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et les faces dominantes sont *m* (110) et a_3 ($\bar{2}11$). Quand l'allongement est à peu près le même suivant l'axe *c* et l'arête a_3 a_3, on a la variété désignée par Haüy sous le nom de gypse *trapézien* (fig. 28).

Dans d'autres cas, les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 29, 33 et 34) ou suivant une arête $a_3 a_3$ (fig. 4 et 30).

La macle suivant h^1 (100) est la seule qui se présente dans les cristaux de ce type.

Type II. Le second type est caractérisé par les mêmes formes que le type I, mais avec addition de clinodômes ou de pyramides arrondies ; g^1 (010) est développé, mais n'est pas un plan d'aplatissement ; les cristaux sont parfois allongés suivant une arête $a_3 a_3$ (fig. 21) et conduisent souvent (fig. 20) au type suivant.

Les cristaux de ce type présentent plus fréquemment la macle $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 14) que celle suivant h^1 (100).

Type III. Les cristaux ne possèdent pas de faces de la zone prismatique ; ils sont constitués par des pyramides ou des hémi-orthodomes arrondis ; les lentilles ainsi formées sont parfois régulièrement coniques (fig. 7), et dans d'autres cas plus ou moins allongées suivant une arête a_3 a_3 (fig. 6). Les cristaux de ce type présentent exclusivement la macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 12 et 13).

Les faces de la zone verticale sont souvent striées parallèlement à l'axe *c*. Les ortho-pyramides postérieures, ainsi que les pyramides des zones g^1 $a^{1/x}$ (010 : $\bar{h}$ *o l*), sont généralement arrondies : seul a_3 fait parfois exception.

Le gypse se présente aussi en larges masses laminaires, fréquemment incolores et limpides, en masses fibrolamellaires, fibreuses (les fibres sont allongées suivant *c*), grenues ou en poudre cristalline impalpable (*gypse niviforme*). Le gypse grenu très pur et un peu translucide constitue l'*albâtre gypseux*. Le gypse cristallise parfois, dans des cavités, en rosettes et en fibres courbes fort curieuses (fig. 38).

Clivages. Clivage g^1 (010), parfait, donnant des lames extrêmement minces et brillantes, plus ou moins flexibles suivant les échantillons et les gisements ; à cet égard, les cristaux du gypse parisien sont remarquables par leur peu de flexibilité.

Clivages, facile suivant h^1 (100), donnant des lames à éclat vitreux, moins faciles suivant e^1 (011), à aspect fibreux ; les fibres sont parallèles à l'arête e^1 g^1. Quelques auteurs admettent que ce clivage a

lieu suivant p (001). M. G. Friedel n'admet que des clivages cylindriques suivant les axes de zones $h^1 g^1$ et pg^1.

Des plans de séparation peuvent être obtenus artificiellement par pression ; ils sont parallèles à $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$) et à $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$).

Dureté. 1, 5 à 2.

Densité. 2, 314 à 2,328.

Coloration et éclat. Incolore, gris, jaune. Le gypse peut prendre les couleurs les plus variées : rouge, vert, bleu, noir, etc., par suite de la facilité avec laquelle il enveloppe des impuretés de diverse nature.

Poussière blanche ; transparent à opaque. Les variétés grenues en roche sont parfois translucides et constituent alors l'*albâtre gypseux*.

Éclat souvent nacré sur g^1 (010) ; éclat plus ou moins vitreux suivant les autres faces.

Les variétés compactes sont quelquefois ternes, les fibreuses ont souvent un bel éclat soyeux. Certaines variétés à fibres très fines sont en outre translucides, opalescentes, soyeuses, et rappellent, une fois taillée, les chatoiements de la pierre de lune.

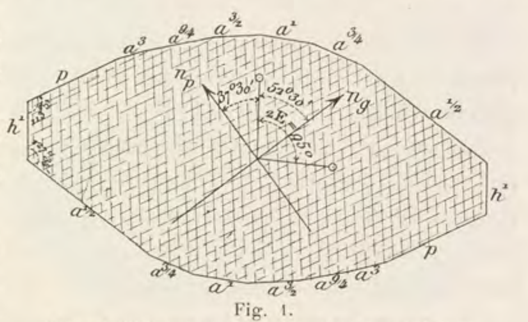


Fig. 1.
Face g^1 (010) parallèle au plan des axes optiques.

Propriétés optiques. A la température ordinaire, plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) : la bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) fait avec h^1 (100) un angle de 52°30′, dans l'angle aigu de ph^1 (001) (100) (fig. 1)[1].

1. Les faces des cristaux de gypse étant souvent courbes, il est parfois impossible de les mesurer exactement. Dans mon étude du gypse parisien, je me suis servi, pour les déterminer, de l'angle d'extinction dans g^1 rapporté à l'arête d'intersection avec g^1 des faces courbes qui les limitent. Voici ces angles (fig. 1).

	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_p$
h^1	52°30′	37°30′
p	13°39′	76°21′
$a^{9/4}$	27°42′	62°18′
$a^{3/2}$	35°19′	54°41′
a^1	46°48′	43°12′
$a^{3/4}$	57°32′	32°25′
$a^{1/2}$	75° 4′	14°56′

La pyramide $a_{2/3}$ est très voisine de la zone $a^{3/2} g^1$ et δ se trouve presque dans la même zone ; σ est voisin de la zone $a^{9/2} g^1$.

Dispersion inclinée forte et dispersion ordinaire avec $\rho < v$.

20°C	47°C	71°30'C	95°30'C	116°C
95°14'	75°58'	59°19'	39°1'	0° (rouge Dx)

A 120° C., les axes optiques s'orientent dans un plan perpendiculaire à g^1 (010), avec une faible dispersion horizontale.

L'étude des constantes optiques du gypse de Montmartre a été faite d'une façon très complète par Dufet (*B. S. M.* XI. 123. 1888) (*a*) à 19° C. et par J. Danker (*N. J.* 1885. Beil. Bd. IV. 241) (*b*).

	a	*b*
n_g =	1,52962	1,52941
n_m =	1,52260	1,52241
n_p =	1,52046	1,52033
$n_g - n_p$ =	0,00916	0.00909
2V =	58°1'30"	57°24'20" 58°5' obs.

Pléochroïsme. Le gypse de Montmartre est jaune et légèrement pléochroïque en lames de quelques millimètres d'épaisseur; le maximum d'absorption a lieu suivant .

Inclusions. Le gypse renferme fréquemment des inclusions liquides ou gazeuses ; elles ont la forme de cristaux négatifs ou sont irrégulières. Il contient souvent aussi des inclusions bitumineuses, noires, argileuses, rouges ou noires, qui sont parfois disposées d'une façon régulière suivant les zones d'accroissement du cristal (fig. 32).

Le gypse du Souf (*Constantine*) possède une structure identique à celle de la calcite de Fontainebleau ; ses grands cristaux englobent en très grande abondance des grains de quartz et de calcite (structure poecilitique), qui se voient nettement à l'œil nu sur les lames brillantes du clivage g^1 (010), au milieu desquelles ils constituent des ponctuations ternes.

Composition chimique. La formule $CaSO^4 + 2\ H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3.......	46,6
CaO.......	32,5
H^2O.......	20,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, le gypse donne de l'eau, puis devient opaque. Il fond au chalumeau, en colorant la flamme en rouge jaunâtre. Pour les autres réactions, voir à l'anhydrite.

Facilement soluble dans l'eau (1 partie de gypse se dissout dans 400 parties d'eau et dans 122 parties d'eau saturée de NaCl. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. En raison de sa facile solubilité, le gypse est souvent dissous dans la nature et sa substance remplacée par divers minéraux : calcite, quartz, lutécite, quartzine, opale, pyrite (voir page 186) : il est plus rarement transformé en anhydrite.

Par réduction, le gypse donne fréquemment naissance à du soufre [gisements triasiques, gisements récents de Paris (place de la République), où le soufre s'est formé par réduction de platras sous l'influence de matière organique en fermentation putride.]

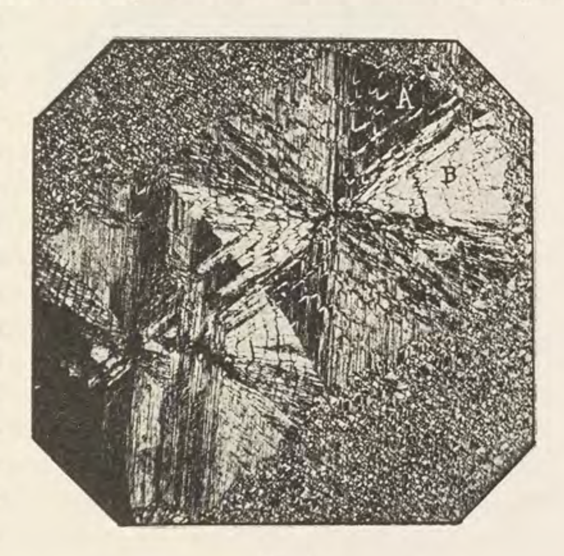


Fig. 2.
Lame de gypse déshydraté, taillée parallèlement à g^1 (010). (*Lumière polarisée parallèle*).

Propriétés des produits de la déshydratation du gypse. J'ai montré (*C.R.* CXXVI. 360 et 553. 1898) que lorsqu'on déshydrate du gypse (à partir de 80° C.), celui-ci se transforme en deux produits différents de l'anhydrite ; l'un est probablement triclinique, avec groupements intimes conduisant à un édifice de symétrie supérieure ; sa réfringence et sa biréfringence sont un peu plus grandes que celles du gypse ; l'autre est probablement hexagonal. Ces deux formes de sulfate de calcium sont géométriquement orientées sur le gypse.

Une lame g^1 (010) de gypse en voie de déshydratation ou entièrement déshydratée montre le corps triclinique sous forme de minces bandelettes rappelant les macles polysynthétiques des plagioclases ; leur allongement est parallèle à l'axe c du gypse ; il est de signe positif ; l'extinction est notablement oblique. En même temps, ou exclusivement, il se produit des rosettes à contour octogonal représentées par la figure 2. Si on place ces rosettes entre les nicols croisés, de telle sorte que les sections prin-

cipales de ceux-ci soient parallèles ou perpendiculaires à l'axe vertical, on voit apparaître huit secteurs. Les secteurs A sont constitués par les lames hémitropes dont il vient d'être question, les secteurs B sont formés par des fibres moins rectilignes et généralement enchevêtrées, à allongement positif.

Dans les sections h^1 (fig. 3), les secteurs A se montrent maclés parallèlement à g^1, avec extinction symétrique d'environ 20°; les sections des rosettes ont la forme de parallélogrammes très aigus, dont la grande diagonale coïncide avec l'axe vertical du gypse. Les secteurs B, qui sont coupés perpendiculairement à l'allongement de leurs fibres, sont presque monoréfringents, mais parsemés de fibrilles biréfringentes. En lumière convergente on constate une croix noire, plus ou moins oblique au plan de la lame, avec faible dislocation et signe optique positif.

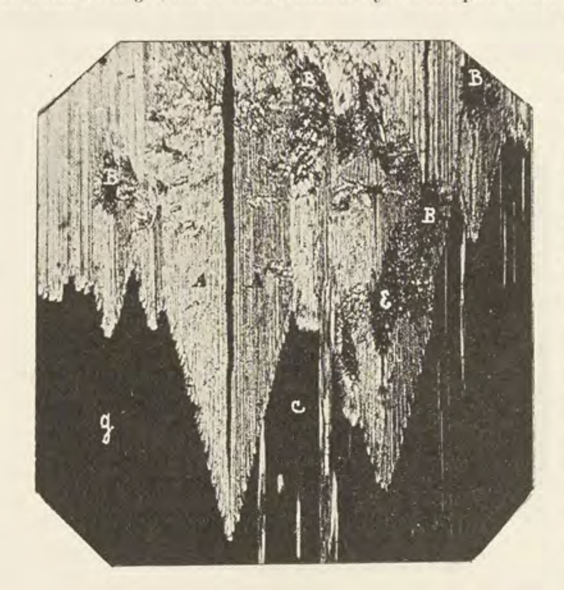


Fig. 3.
Lame de gypse en voie de déshydratation, taillée parallèlement à h^1 (100) du gypse : g représente le gypse non encore altéré.

Le corps hexagonal forme de longues aiguilles disposées parallèlement à l'axe vertical du gypse; elles sont uniaxes, optiquement positives et assez biréfringentes.

Si l'on chauffe ces deux produits, ils ne se modifient pas au rouge naissant[1], mais, à partir du rouge-cerise, les lames de clivage du gypse déshydraté se transforment en anhydrite grenue.

Ces produits de déshydratation du gypse sont ceux qui se forment pendant la cuisson du plâtre; leur connaissance a un grand intérêt pour les minéralogistes, car si l'on ne prend pas de précautions spéciales, ils se forment très fréquemment au cours de la préparation des

1. Ils ne sont donc pas constitués par l'hydrate $CaSO^4 + \frac{1}{2}H^2O$.

lames minces des roches renfermant du gypse et ils pourraient être pris au premier abord pour un minéral existant naturellement dans la roche.

Placés dans l'eau, ces minéraux s'hydratent beaucoup plus facilement que l'anhydrite ; le gypse ainsi formé n'est pas orienté sur le cristal ancien.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le gypse se rencontre dans un grand nombre de gisements en apparence très variés, mais qui doivent leur origine à un petit nombre de causes faciles à préciser. Je le considérerai successivement dans les conditions suivantes :

1° dans les formations sédimentaires d'origine lagunaire ;

2° dans les mares salées des régions désertiques ;

3° dans les gisements d'origine épigénique ;

4° dans les sources, thermales ou non ;

5° dans les fumerolles volcaniques ;

6° comme produit de recristallisation, dans des gisements autres que les précédents.

Ces conditions sont celles qui ont présidé à la constitution originelle des gisements, mais dans chacun d'eux, le gypse, grâce à sa solubilité dans l'eau, a été fréquemment en partie dissous et a pu postérieurement recristalliser avec des formes géométriques autres que celles qu'il possédait originellement. Je ne ferai pas de distinction dans un même gisement entre ce gypse de cristallisation primaire et celui de formation secondaire, me contentant de signaler, lorsque cela me sera possible, les particularités propres à chacun d'entre eux.

1° *Dans les formations sédimentaires d'origine lagunaire.*

Dans ce genre de gisement, le gypse résulte de l'évaporation directe de l'eau de mer, soit que la concentration de celle-ci ait permis le dépôt des sels alcalins, soit que le gypse ait seul pu cristalliser.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Rouergue. — *Tarn et Tarn-et-Garonne*. Des bancs de gypse grenu, atteignant jusqu'à 4 m. d'épaisseur, se trouvent à Merlins près Larroque, à Roquereyne près Marnaves, Succaliac ; ils appartiennent d'après M. Caraven Cachin, au permien.

b) *Dans les assises secondaires.*

Trias

A l'exception de quelques gisements lorrains, tous les gisements triasiques français d'origine lagunaire appartiennent au keuper ; quelques-uns d'entre eux sont accompagnés de sel gemme, presque tous contiennent de l'anhydrite, qui semble avoir été le plus souvent la forme originelle sous laquelle s'est déposé le sulfate de calcium.

Le gypse triasique est souvent compact, formé d'éléments très fins ; il est blanc ou rosé, plus rarement porphyroïde par suite de l'existence de grands cristaux du même minéral. Dans ces gisements, la variété fibreuse à éclat soyeux est fréquente dans les argiles ; enfin, on y trouve parfois de grandes lames spathiques, transparentes, ou des cristaux distincts, qui, eux aussi, sont toujours d'origine secondaire. L'examen microscopique montre qu'à l'inverse du gypse éocène parisien, les plages cristallines, qui le constituent, sont xénomorphes.

Je citerai un certain nombre de gisements dans chaque région ; beaucoup sont exploités pour l'extraction de la pierre à plâtre.

Pyrénées. — Je renvoie à la page 756 du tome II pour ce qui a été dit sur les gisements salifères des Pyrénées et qui s'applique à ceux de gypse. Les gisements pyrénéens sont ceux parmi lesquels l'anhydrite est le plus fréquente ; très souvent les marnes qui accompagnent le gypse renferment des cristaux bipyramidés de quartz, des nodules de dolomie ou des cristaux de dolomite. Enfin, ce gypse est fréquemment accompagné d'ophites, au contact desquelles se sont souvent produits les mêmes minéraux métamorphiques (tourmaline, amphiboles, phlogopite, pyrite, etc.) que dans les calcaires voisins.

Landes. Dans la Chalosse ; Gaujac, Caupenne, Tuco de Tercis, Bastennes et les gisements salifères des environs de Dax, Saint-Pandelon : dans ce dernier gisement, il est possible de suivre les étapes de la transformation en gypse de l'anhydrite finement grenue, servant de gangue aux cristaux de giobertite. A Bastennes, on rencontre dans les argiles gypseuses de beaux cristaux d'aragonite ayant parfois cristallisé en même temps que du gypse fibrolamellaire (tome III, page 671). A citer encore Montpeyroux, Cauquerot, Papelèbe, près Minbaste, Lajuzère près Sainte-Marie, etc.

Basses-Pyrénées. Les gisements salifères des environs de Bayonne (Villefranque, Briscous, Brindos, etc.) ; le col de Lurdé sur le versant du vallon de Sousouéou.

Les gisements gypsifères de Carresse, de Pontacq et de Lys ont fourni de magnifiques lames transparentes, incolores, de gypse, de plusieurs décimètres présentant des faces nettes m et a_3 ($\bar{2}11$) ; à Lys, elles renferment parfois des cristaux de soufre natif. Le gypse de ce gisement enveloppe de beaux cristaux de tourmaline, magnétite, pyrite, rutile, des lames de phlogopite et leuchtenbergite, etc. Dans les carrières des environs d'Itsatsou (Haindérénia), de grandes lames de gypse englobent des rhomboèdres de dolomite.

Ariège. Salies-du-Salat, Betchat près Marsoulas (*Haute-Garonne*) avec beaux cristaux de pyrite, de dolomite, etc. A Lacourt, les carrières souterraines de gypse renferment des amas de mirabilite. Nombreux gisements (avec quartz bipyramidé) de gypse blanc ou rouge le long de la route de Saint-Girons à Foix (Rimont, Castelnau-Durban, Labastide-de-Sérou, Cadarcet), le Mas d'Azil. La collection du Muséum possède un groupe de cristaux de Rimont qui atteignent 5 cm. suivant l'axe vertical, et présentent les formes g^1 m a_3 ; ils sont maclés suivant h^1.

Dans la vallée de l'Ariège, je signalerai Bedeillat et Arignac, Arnave (avec anhydrite et nombreux minéraux métamorphiques : tourmaline, dipyre, actinote, au contact d'ophites, etc.). Cette carrière a fourni de beaux cristaux ; j'ai observé une macle suivant h^1, mesurant 11 cm. $\times$ 6 cm. dans le clivage g^1. Les faces a_3 raboteuses sont seules distinctes.

Pyrénées-Orientales. Dans les plâtreries de Montbolo et de Palalda, près d'Amélie-les-Bains, les masses gypseuses renferment de gros cristaux transparents de gypse, maclés suivant h^1 (100) et présentant parfois la forme h^1 nette : il existe de l'epsomite dans ce gisement.

Corbières. — *Aude*. Sougraignes (source thermale chlorurée sodique). A Fitou, les carrières de gypse grenu renferment des masses fibrolamellaires ; des veinules d'*epsomite* ont été trouvées dans ce gypse, qui est en contact avec une syénite néphélinique. Près de Narbonne, on peut citer Sainte-Eugénie, Montredon, Ornaisons, Bize, etc.

Hérault. Cazouls-les-Béziers (avec quartz bipyramidé), Lodève, Lamalou, Villeuvette près Clermont-l'Hérault.

Cévennes. — *Gard*. Arrigas, Saint-Bonnet et Monoblet (avec anhydrite), Vabres, Saint-Félix-de-Pallières, Saint-Jean-du-Gard, envi-

rons d'Anduze les Salles, du Gardon, Molières près Saint-Ambroix, Saint-Hyppolite-du-Fort (avec cristaux de célestite), Lasalle.

Plateau Central. — Le Plateau Central est entouré d'une ceinture d'affleurements triasiques, parmi lesquels les gisements gypseux sont assez abondants; l'anhydrite y est peu fréquente.

Aveyron. Lagrange et Montaigut-en-Camarès, La Pize, Les Pascals, Vandeloves, Saint-Caprazy, Gissac, Vareilles, Saint-Amans, Saint-Félix-de-Sorgues, Saint-Georges-de-Lusançon (Lavenças), etc.

Cher. Il existe parfois des lentilles de gypse sans intérêt économique dans les marnes irisées du sud du département.

Nièvre. Exploitations aux environs de Decize.

Allier. Lurcy-Lévy (au lieu dit Granvaux). Challignat en Naves.

Saône-et-Loire. D'importants gisements sont exploités dans la vallée de la Dheune, aux environs de Couches-les-Mines, à Saint-Léger-sur-Dheune, Marcilly-lès-Buxy ; Saint-Clément près Joncy. Dans le Mâconnais, je citerai Berzé-la-Ville (belles variétés soyeuses dans les marnes).

Côte-d'Or. Mesmont, Mâlain, Ivry-en-Montagne, Baulme-la-Roche.

Champagne. — *Haute-Marne*. Bourbonne-les-Bains, Pressigny.

Vosges. — *Vosges*. Le gypse est abondant dans le keuper vosgien, (Norroy, Domjulien, Rancourt, Vittel, Gemmelaincourt, Remoncourt), où il est souvent associé au sel gemme; le muschelkalk renferme aussi quelques minces filons de gypse, qui sont dépourvus de sel gemme, sauf dans la Moselle.

Haute-Saône. De nombreux gisements sont à signaler. Corcelles, Gouhenans (avec sel gemme), Palante, Chalonvillars, Villechevreux, Génevreuille, Dambenoit, Brotte, Bithaine, Meurcourt), etc.

[*Alsace*]. Kochersberg, Avenheim, Kienheim, Neugartheim, Fessenheim, Flexbourg, Weltenheim.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Les gisements des environs de Lunéville (avec quartz bipyramidé et très rarement rosettes d'*ulexite*) fournissent, en outre du gypse grenu (renfermant parfois des cristaux porphyroïdes du même minéral), des variétés fibreuses et laminaires. Le gypse accompagne le sel gemme dans les gisements des vallées de la Meurthe et du Sanon, situés depuis Nancy jusqu'à Rozières-sur-Salines et Einville, notamment à Varangéville (voir page

760 du tome II pour l'énumération des principaux gisements); ce gypse, accompagné d'anhydrite et de quartz bipyramidé, forme, avec des marnes, des lits séparant les couches de sel. Il constitue aussi de nombreux amas plus petits que ceux de sel gemme, souvent irréguliers, et autour desquels les marnes sont plissées. A Einville, de beaux cristaux limpides de recristallisation ont été trouvés au-dessus du premier amas de sel gemme ; ils présentent la particularité d'avoir parfois des faces g^2 (130) nettes, accompagnant g^1 et a_3. [*Lorraine*]. Les mêmes observations s'appliquent au gypse des gisements salifères de la vallée de la Seille (Vic, Moyenvic, Château-Salin, Dieuze). La collection du Muséum possède des cristaux lenticulaires de gypse de Vic, rappelant ceux des environs de Paris.

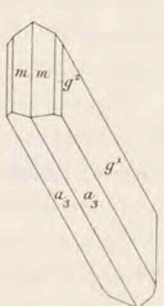


Fig. 4. Gypse : forme commune.

Dans la région de la Moselle (Sarralbe, etc.) ; à l'inverse de ce qui se passe dans les gisements précédents, c'est dans le muschelklak que se rencontre le gypse, comme dans le Würtemberg.

Jura. — *Doubs*. Champvans, Verne, les Fins, etc.

Jura. Arbois et la région salifère : Salins (gypse argileux avec cristaux porphyroïdes rouges du même minéral). Pyrmont, Grozon, Maranoz, Lons-le-Saulnier (Montmorot).

Alpes. — *Haute-Savoie*. Dans le Chablais : Lally, Draversa près d'Abondance. Sur la bordure sud-ouest du massif du Mont Blanc, dans la vallée de Chamonix, se trouvent de nombreux gisements triasiques [le Mont près du glacier de Taconnaz, le Planet, le Nant de la Gria (avec anhydrite), vallon de la Jat près de Nant-Borrant, au sommet du Col Joly, etc.]; il en existe d'autres à Saint-Gervais, Domancy, ainsi qu'à la Montagne de Sulens, au château du Marais à Serraval, dans les environs de Samoëns près du col de Golèze.

Savoie. De nombreux gisements gypseux, riches en anhydrite, sont à signaler dans la Tarentaise : Moustiers, Bois Champion, Bourg-Saint-Maurice, les Chapours près Saint-Avre ; ces gisements fournissent des lames transparentes, remarquablement belles.

Dans la Maurienne, il faut citer les environs de Saint-Jean-de-Maurienne, de Modane, de Bramans, de Termignon. Dans le massif de la Vanoise, le gypse est surtout développé à l'ouest du méridien du Col de Chavières [Glacier de Gébroulaz (avec anhydrite, soufre, giobertite,

dolomite, sellaïte, célestite), Dent de Villard]; d'après M. Termier, les gypses de cette région appartiennent à divers niveaux du trias.

Isère. A Champ, près Vizille, se trouvent du gypse saccharoïde et de grandes lames transparentes (avec anhydrite); à citer encore : Cognet près Lamure, Montouvrard près Allevard.

Hautes et Basses-Alpes. Il existe dans ces deux départements de nombreux gisements de gypse souvent en contact mécanique, par charriage avec divers terrains : lias, bathonien, callovien, éocène, auquel M. Haug les a jadis rapportés (*B.C.F.* III. 1891). Ce savant les a récemment restitués au trias, voici d'après lui les principaux :

Hautes-Alpes. Le Plan de Vitrolles; Rochebrune; Bréziers; Remollon; Théus; Espinasse; Boscodon et Bragous ; Bois des Crottes; les Orres; Saint-Apollinaire; le Plan de Phazy; Réotier, etc., et dans la zone du Briançonnais : vallée du Guil, en amont de Guillestre ; col d'Izouard ; bois de Péméaut, près Cervières ; Val-des-Prés ; col des Thures ; col du Vallon.

Basses-Alpes. Gévaudan, près Barrême; Aillaud et Champorcin, près Digne; Tanaron; Lambert; Barles; col du Labouret, près Beaujeu; Bayons; Astoin ; les Traverses, près Saint-Geniez; Entraix; le Bas-Plan, près Clamensane; le Caire; Faucon; Bellaffaire; Rousset, près Curbans; Méolans; les Thuiles; Terres-Plaines, près Jausiers; Uvernet; Hubac de Jausiers; Petite Séolane, etc.

Alpes-Maritimes. La Roquebillière, La Bollène, Lantosque, le Suchet, Daluis, Cimiers près Nice, Saint-Étienne, etc.

Provence. — *Var*. Les gisements de gypse sont nombreux ; Grasse, Bargemont, Varages, Cuers, Solliès-Toucas, la Bastide près de Mons. Les carrières de la Cadière ont fourni des cristaux de gypse secondaire, allongés suivant l'axe vertical, maclés suivant h^1, qui, par leur transparence, peuvent rivaliser avec ceux de Bex; dans les cristaux simples (mg^1 a_3), les faces g^1 sont parfois très étroites.

Algérie. — Le gypse du trias est comparable à celui des Pyrénées; il est parfois associé à des ophites et renferme alors comme lui les mêmes minéraux métamorphiques : quartz bipyramidé, pyrite, dolomite, tourmaline, etc. Le sel gemme abonde dans beaucoup de ces gisements, l'anhydrite dans certains d'entre eux. Enfin, ce gypse est souvent plus ou moins hydraulique. Dans les argiles qui l'accompagnent, il est fréquent de trouver des cristaux lenticulaires

de gypse recristallisé. M. L. Gentil a étudié ces intéressants gisements (*Esquisse strat. et pétr. du Bassin de la Tafna*. Alger, 1902).

Oran. A citer en particulier les gisements déjà indiqués pour le sel gemme (tome II, p. 764) : Ouled Khalfa; Aïn Ouarka; Oued Cheria; Oued Malah; El Zerga; la région de Beni-Saf [Kef el Goléa, la Tafna (avec anhydrite), Oued el Bardji], la chaîne du Tessala (Sidi-Amar et Aïat, crête du Tessala, environs de Sidi Bel Abbès); environs d'Aïn Tellout; le Sahel d'Oran (Mers el Kébir); Noisy-les-Bains (Aïn Nouissy), avec cristaux de tourmaline. Ces gisements fournissent aussi des lames transparentes de gypse, atteignant plus d'un décimètre.

Alger. Les gisements salifères contiennent tous du gypse : Rang-el-Melah, à 27 kilomètres de Djelfa ; région de l'Hammam Melouane, près le Marabout de Sidi Baba Ahmet au bord de l'Oued Bouman (gypse blanc avec tourmaline, pyrite, leuchtenbergite, quartz) ; Oued Malah, affluent de l'O. Harrach, Timegheras (avec pyrite, tourmaline, etc.); Tablat, environs de Médéah; région de Teniet-el-Hadid, Camp des Scorpions (cristaux de dolomite, anhydrite), Teniet-el-Haad (tourmaline brune), environs de Letourneux (tourmaline).

J'ai observé de beaux cristaux transparents (m g^1 a_3) allongés suivant c et provenant des environs de l'Arbâ (Rovigo).

Constantine. Parmi les nombreux affleurements de gypse en grandes masses, souvent accompagnées de sel gemme, il y a lieu de signaler : 1° dans le Tell, les environs de Constantine au Djebel Chettaba, les Ouled Rhamoun; entre Souk-Arhas (quartz bipyramidé), Zarourla et l'Oued Chouck; le Djebel Tifech et Khamissa; le Djebel Zouabi et les environs de Sedrata, le Djebel Nador dans les gorges de la Seybouse, entre Duvivier et Nador (grandes lames transparentes); entre Laverdure et Medjez-Sfa; 2° sur les plateaux au sud du Tell ; la Station des Lacs près des Chotts Mzouri, le Djebel Chebka, enfin au sud-ouest de Tébessa, Aïn Babbouch et Aïn Guibeur.

Tunisie. — M. Pervinquière (*Et. géol. Tunisie centrale*, 1903) a signalé un certain nombre d'affleurements de marnes triasiques salifères et gypsifères ; le gypse y est exploité en de nombreux points : Djebels Cherichira, Trozza, Mrhila, Chaambi, Zebbes [1], Zbissa, Bou

1. En arabe, le mot gypse se dit *djibs*, altéré en *zebs* ou *zebbes* ou *zebbeus*, formes sous lesquelles il figure souvent sur les cartes algériennes et tunisiennes en s'appliquant très fréquemment à des affleurements triasiques.

Jabère, Lorbens, Saadine, Debadib, Kebbouch. Depuis lors, il a reconnu les mêmes formations gypseuses au Dj. Ahmar (près de Tunis), au Dj. Ressas, sur les deux rives de la Medjerda, près de Pont de Trajan et de l'Oued Zebbeus. L'affleurement qui commence près du Kef s'étend, presque sans interruption, jusqu'au Dj. Ouenza, en Algérie.

Dans l'extrême sud tunisien, les gypses triasiques (presque purs) forment des collines entières, sur une longueur d'une cinquantaine de kilomètres.

Jurassique.

Plateau Central. — *Aveyron*. Le gypse des gisements jurassiques qui vont être énumérés présente les mêmes caractères que celui du trias et paraît avoir, lui aussi, une origine lagunaire ; je ne crois pas que dans ces gisements aient été trouvés ni anhydrite, ni sel gemme.

Saintonge. — *Charente*. Les amas de gypse grenu sont exploités dans le portlandien des alentours de Cognac, appelés le Pays Bas (Montgaud Saint-Même, Les Cherves, Croix de Pic, les Molidards, Mons) ; le gypse se trouve dans la partie moyenne de l'étage et surtout à son sommet (purbeckien) : des variétés fibreuses ou laminaires (grandes lames transparentes) sont associées au gypse grenu, notamment aux Molidars.

Charente-Inférieure. C'est au même niveau que le gypse se trouve près de Saint-Jean-d'Angély, au Pin de Nantillé, à Aumage et à Seurre (gypse saccharoïde, fibreux ou lamellaire). Il a été rencontré aussi en masses fibrolamellaires dans des puits foncés à Saint-Froult, près Rochefort.

Jura. — *Jura. Doubs*. A citer quelques gisements de gypse purbeckien à Foncine (*Jura*), à La Rivière et Renaud-du-Mont (avec marnes verdâtres à quartz bipyramidé et soufre) (*Doubs*).

Alpes. — *Hautes-Alpes. Basses-Alpes*. Les gypses de Lazer et de Montrond (*Hautes-Alpes*), associés à des dolomies et à des filons de célestite, de même que ceux de Bas-Plan près Clamensane (*Basses-Alpes*), sont intercalés dans le callovien, mais ils ne sont pas d'origine lagunaire (voir plus loin).

Tunisie. — Il existe des lits de gypse lamelleux dans les dolomies jurassiques de l'extrême sud tunisien (Pervinquière, *B.S.G.* VIII. 1908).

Crétacé.

Le crétacé de la plus grande partie de l'Europe occidentale étant constitué par des dépôts marins, il ne s'y rencontre pas de dépôts de gypse lagunaire.

Algérie. — *Alger*. Par contre, il en existe d'importants dans le cénomanien de l'Atlas saharien. Ils se retrouvent à El Goléa et plus au sud, à Tadémaït.

Tunisie. — Dans le sud et l'extrême sud de la Tunisie, le cénomanien renferme fréquemment des lits de gypse lamelleux ou grenu.

Dans l'extrême sud, on trouve des lits analogues, mais plus minces, dans le sénonien.

c) *Dans les assises tertiaires.*

Éocène et oligocène.

Bassin de Paris. — *Seine-et-Oise*, *Seine*, *Seine-et-Marne*. Dès le lutétien supérieur, la région parisienne était constituée par des lagunes, ne communiquant que difficilement avec la mer, de telle sorte que leurs eaux pouvaient se concentrer et donnaient par évaporation des dépôts de gypse, très rarement accompagnés de quelques cristaux de sel marin, dont on ne trouve plus trace aujourd'hui que sous forme de remplissage de trémies par des marnes calcaires (T. II, p. 765, fig. 15). Des oscillations du sol permirent le retour des eaux de la mer attesté par la faune laguno-marine des marnes et des calcaires, alternant avec



Fig. 5.
Gypse lenticulaire en groupes arborescents du lutétien supérieur de Gentilly. (*Réduction de moitié environ.*)

le gypse, alors que d'autre part des afflux d'eau douce rendaient possible par place l'établissement de faunes lagunolacustres (lymnées, planorbes, etc.).

Des bancs de gypse se rencontrent déjà dans le lutétien supérieur

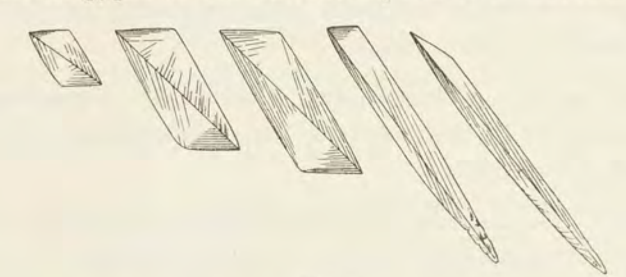


Fig. 6.
Lentilles de gypse ludien des environs de Paris.

(caillasses), dans le bartonien (sables de Beauchamp, calcaire de Saint-Ouen) ; mais en général, ils ont été dissous le long de la vallée de la Seine, et ils ont été remplacés par les pseudomorphoses, dont il va être question plus loin ; on les retrouve intacts dans les sondages faits à quelque distance des vallées quaternaires et un banc de 4 mètres d'épaisseur est même exploité à Bagneux dans le bartonien.

A

B

Fig. 7.
Lentille régulièrement conique de gypse dans marne ludienne. Paris (hôpital Saint-Louis). (*Grandeur naturelle.*)

Mais c'est dans le ludien, que les formations gypseuses parisiennes atteignent toute leur ampleur ; elles sont constituées par des bancs homogènes de gypse, ne provenant pas d'anhydrite, ou par des superpositions de lits minces de gypse, variés de structure, alternant avec des marnes plus ou moins calcaires. Les géologues parisiens distinguent dans le gypse quatre masses, la plus inférieure est rarement visible (Argenteuil, près la Seine) ; la masse supérieure ou haute masse (Hauts Piliers) atteint près de 19 mètres d'épais-

seur ; c'est au milieu d'elle surtout qu'ont été trouvés les ossements rendus célèbres par les travaux de Cuvier (*Paloeotherium*, *Anaplotherium*, etc.). A l'est du Bassin de Paris, les assises gypseuses sont remplacées par les couches calcaires du travertin de Champigny.

Des lits gypseux se trouvent aussi dans les assises sannoisiennes (*oligocène*), qui surmontent le gypse (marnes bleues et blanches, et enfin marnes vertes) et que recouvre le calcaire de Brie.

Il y a lieu de distinguer dans l'étude du gypse de Paris, dont j'ai publié une monographie, à laquelle je renvoie pour plus de détails (*Nouvelles Archives Muséum*, IX. 201. 296 pl. 8 à 16. 1897) : 1° le gypse en cristaux distincts, qui se trouve dans les marnes, 2° le gypse en roche, formant les bancs exploités, 3° les pseudomorphoses de gypse.

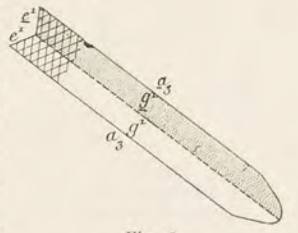


Fig. 8.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Type I.
Clivage g^1 (010).

Dans les assises éocènes, la forme des cristaux est à peu près exclusivement lenticulaire ; elle est caractérisée par l'absence presque générale de toute face prismatique. Les figures 14 et 15 montrent des cas exceptionnels, dans lesquels existe le prisme *m* (110) ; je n'ai observé celui-ci que dans des macles. Les faces sont

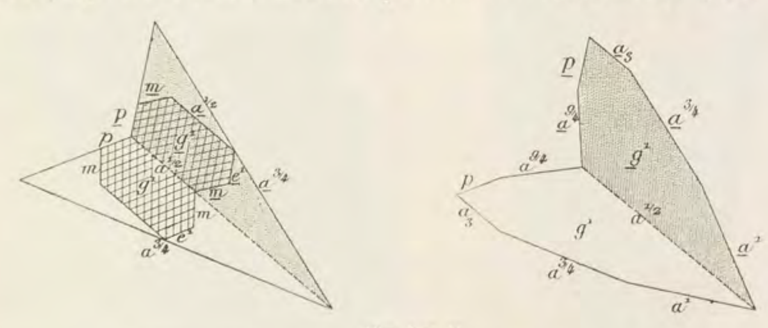


Fig. 9 et 10.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$). Type II, dit *en fer de lance*. Clivage g^1.

généralement arrondies et non mesurables ; c'est çà et là seulement qu'il est possible de trouver une forme déterminable. Celles que j'ai pu distinguer par le moyen indiqué page 167 (en note), sont e^1 (011), $e^{1/3}$ (031), u ($\bar{2}33$), $a_{2/9}$ ($\bar{1}\bar{1}$.7.18), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), a_3 ($\bar{2}11$) et enfin probablement σ ($\bar{2}34$) et δ ($\bar{1}\bar{5}$.21.26).

Quelquefois ces lentilles sont régulièrement coniques (fig. 7) (les très petits cristaux des marnes intragypseuses sont dans ce cas), mais

plus souvent, elles sont allongées (fig. 6) et parfois suivant une arête g^1 a_3. Elles sont soit libres, soit groupées en rosettes (fig. 16 et 17), en associations arborescentes (fig. 5) ; ces cristaux atteignent souvent plus d'un décimètre.

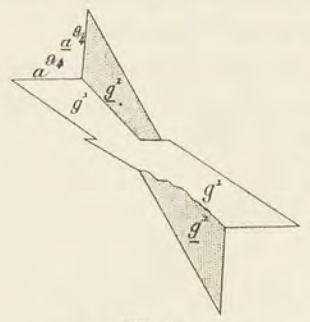


Fig. 11.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), par entrecroisement.

L'une des caractéristiques de ces cristaux lenticulaires réside dans la fréquence de la macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) (fig. 12 et 13), qui ne se présente guère que dans les cristaux ayant plus de 1 cm. de plus grande dimension. Cette macle présente des aspects divers suivant les faces qui la limitent ; dans le cas où a_3 prédomine, la macle a la forme allongée représentée par les figures 8 et 15 (Type I), puisque $a^{1/2}$ se trouve dans la zone g^1 a_3 ; si, au contraire, ce sont



Fig. 12.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), vue suivant un plan perpendiculaire à $a^{1/2}$. Montmartre. (*Réduction au* $^1/_3$.)



Fig. 13.
Macle suivant $a^{1/2}$. Même cristal que dans la fig. 12, vu parallèlement à une face $a^{3/4}$. Une seconde macle accolée à la première est vue parallèlement à g^1 (010).

d'autres faces (zones g^1 $a^{3/4}$; g^1 a^1, etc.) qui sont les plus développées, le clivage g^1 offre l'aspect caractéristique, qui a fait donner à cette

macle le nom de macle en *fer de lance* (Type II, fig. 9 et 10, 12 à 14) ; la macle se fait aussi parfois, non plus par accolement, mais par entrecroisement (fig. 11). Ces macles présentent d'ordinaire un angle

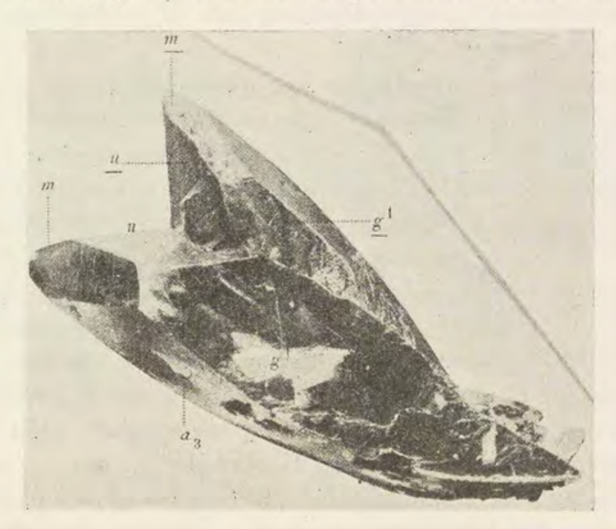


Fig. 14.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) du Type II, Montmartre. (*Photographie grandeur naturelle.*)

rentrant, il est beaucoup plus rare de rencontrer des cristaux offrant des faces g^1 bien développées, ainsi que des faces m (110), qui font parfois disparaître l'angle rentrant (fig. 15).

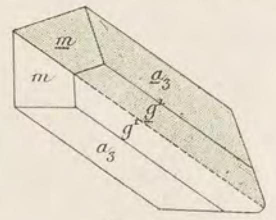


Fig. 15.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) du type. I, sans angle rentrant. Projection sur g^1 (010). Pantin.

Les cristaux de gypse ludien, dès qu'ils mesurent 1 centimètre, sont jaunes, et parfois d'un jaune de miel très foncé.

Les petits individus sont régulièrement distribués dans les marnes intragypseuses, mais les lentilles de plus grande taille sont fréquemment réunies en cordons réguliers à des niveaux distincts, caractéristiques de certains gisements des environs de Paris. C'est ainsi que les énormes cristaux, dits *fer de lance*, ne se trouvent que dans quelques localités (Montmartre, Romainville, Noisy-le-Sec, Neuilly-Plaisance (*Seine*), Anet (*Seine-et-Marne*), près Lagny, etc.), dans les marnes sous-jacentes à la grande masse supérieure du gypse. Ils sont généralement implantés par leurs angles saillants, perpendisulairement à la stratification. La collection du Muséum possède une

macle provenant de Neuilly-Plaisance, mesurant 0 m. 62 $\times$ 0 m. 33 $\times$ 0 m. 15 de plus grande dimension. Dans d'autres cas (Argenteuil, Noisy-le-Sec), on rencontre des lits de cristaux semblablement disposés (souvent zonés) mais dépourvus de formes nettes par suite de leur enchevêtrement.

Les petits cristaux maclés en lits, caractéristiques de certains niveaux, sont désignés par les carriers sous le nom de *pieds d'alouette*.

Gypse en roche. — Le gypse parisien possède un aspect saccharoïde caractéristique ; il est blanc jaunâtre, souvent friable, tantôt à grain fin uniforme, tantôt au contraire porphyroïde par suite de l'abondance de lentilles de gypse, pouvant dépasser un centimètre de diamètre et disséminées au milieu de cristaux plus petits. Dans les lits minces, il y a tous les passages possibles entre ce gypse saccharoïde et les lentilles libres au milieu de l'argile. Le gypse est souvent associé à de la calcite, et Delamétherie avait même cru que la roche résultant de cette association constituait une espèce spéciale, qu'il a appelée la *montmartrite* (*Leçons de minér*. II. 380. 1812).

L'examen microscopique montre que tous les gypses parisiens sont constitués par des lentilles automorphes, identiques à celles qui ont été étudiées plus haut (fig. 4, p. 334 du tome III), mais ils sont d'ordinaire régulièrement coniques ; les macles y sont très rares. Ces lentilles sont pressées les unes contre les autres sans ciment ou sont réunies par de l'argile ou de la calcite ; celle-ci est parfois aussi englobée par le gypse, ce qui démontre la cristallisation simultanée des deux minéraux (petits globules de la 2e masse, Argenteuil).

Il existe parfois en outre dans le gypse des cristaux microscopiques de célestite et des agrégats quartzeux (quartzine, calcédonite) ; ces derniers se concentrent çà et là sous forme de gros nodules.

A Thorigny, près Lagny (*Seine-et-Marne*), le gypse ne présente pas la structure qui vient d'être décrite ; il se trouve sous la forme d'albâtre blanc, rappelant certains gypses triasiques ; on n'y trouve plus de calcite, mais des cristaux de quartz hyalin ; la structure des cristaux de gypse constituant la roche est xénomorphe. Au milieu de cet albâtre gypseux, et surtout au voisinage de masses d'argile, se rencontrent de grands cristaux laminaires de gypse blancs et opaques, dans lesquels j'ai observé des cristaux microscopiques de célestite et d'anhydrite. Le gypse de Lagny renferme des géodes de dissolution, tapissées de magnifiques cristaux lenticulaires, transparents, tantôt jaunes et de grande taille, tantôt incolores et hyalins.

Ils se groupent fréquemment à axes parallèles en s'orientant sur les cristaux laminaires opaques. Leurs formes sont les mêmes que

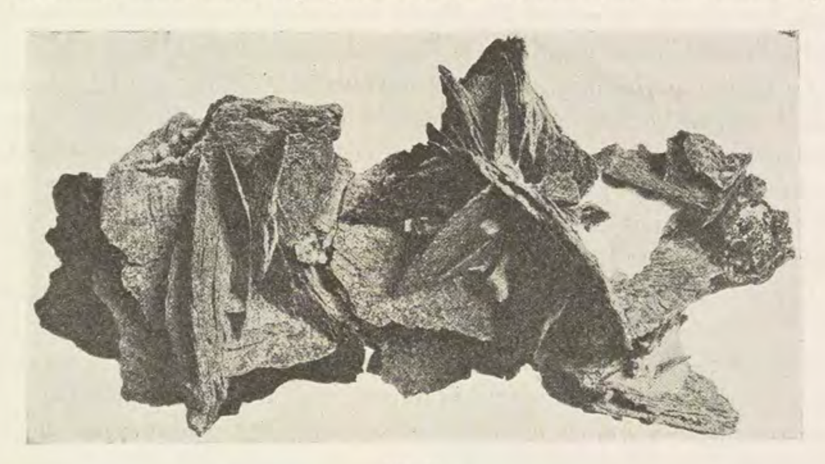


Fig. 16.
Lentilles de gypse pseudomorphisées en quartz. Abattoirs de Vaugirard (Paris).
(Photographie réduite de moitié.)

celles des cristaux des marnes ludiennes, mais quelques-unes de leurs faces sont parfois assez planes pour pouvoir être mesurées. Ce gisement d'albâtre est longtemps resté unique dans le Bassin de Paris; les travaux du collecteur des Coteaux en ont fait découvrir un autre à Paris même, dans la butte Montmartre (rue Victor-Massé et place Lafayette); d'après M. Dollot, qui m'en a remis des échantillons, cet albâtre constitue des lits et des nodules intercalés dans le niveau des sables de Beauchamp (bartonien).



Fig. 17.
Lentilles de gypse pseudomorphisées en quartz.
Abattoirs de Vaugirard.
(Photographie réduite d'un tiers.)

Pour terminer l'étude des formes que le gypse prend dans les environs de Paris, il faut signaler le gypse fibrolamellaire des argiles, le gypse niviforme, constituant de

masses légères, poreuses, qui s'écrasent sous la pression du doigt et qui remplissent des cavités (principalement dans des nodules calcaires); enfin les cristaux de recristallisation actuelle, qui se produisent dans les fentes des carrières et qui ont la forme de ceux décrits page 199.

La région parisienne mérite de devenir classique pour l'étude des pseudomorphoses du gypse. Elles s'y rencontrent en grande abondance et sont constantes à certains niveaux. On peut distinguer les pseudomorphes en produits siliceux (quartz, quartzine, lutécite, opale) et celles en calcite, ou en pyrite. Je les ai longuement décrites dans mon mémoire sur le gypse parisien.

Les pseudomorphoses quartzeuses (quartz, lutécite, etc.) ont été découvertes au château de la Muette, à Passy, par Pasumot (*J. P.* XVI. 155.1780); cet auteur a montré l'analogie de leur forme avec celle du gypse lenticulaire et leur véritable nature ; il les a désignées sous le nom de *quartz grenu en cristaux lenticulaires*, nom sous lequel Romé de l'Isle les signala dans sa *Cristallographie*. Haüy (*op. cit.*, I. 437) les a décrites comme pseudomorphoses de gypse et depuis lors, elles ont été maintes fois citées, notamment par Cuvier et Brongniart.

Les plus beaux échantillons de ces pseudomorphoses se trouvent dans le lutétien supérieur (caillasses) : Paris (abattoirs de Vaugirard), Issy, Clamart, Passy (*Seine*), puis Herblay (*Seine-et-Oise*), etc. Elles sont généralement encroûtées de calcite, dont il est facile de les débarrasser par l'action d'un acide ; on les trouve, moins abondantes et moins belles, dans les sables de Beauchamp : Paris (Arc de Triomphe de l'Étoile), Bicêtre, Bois-Colombes, etc., dans les marnes accompagnant le calcaire de Saint-Ouen [Venteuil (*Seine-et-Marne*), etc.].

M. Munier-Chalmas (*C. R.* CX. 663. 1890) a montré la localisation de ces pseudomorphoses sur les bords de la vallée quaternaire de la Seine. Non seulement des cristaux isolés, mais encore des couches entières de gypse ont disparu et ont été remplacées par des produits siliceux ou calcaires. Ces derniers sont remarquables par leur cristallinité ; ce sont souvent des agrégats miarolitiques de calcite jaune (rhomboèdres inverses), de quartz hyalin, avec plus rarement des cristaux de *fluorine* jaune et de *célestite*.

Suivant les gisements, le gypse est remplacé seulement par du quartz ou bien par du quartz et de la quartzine, avec ou sans lutécite ; je rappellerai que ce dernier minéral n'a été trouvé encore que dans ces pseudomorphoses. Après traitement par l'acide chlorhydrique, qui dissout la calcite, imprégnant toujours ces pseudomorphoses, celles-ci

apparaissent avec la texture poreuse bien visible sur les figures 16 et 17.



Fig. 18.
Pseudomorphose de gypse en opale et lutécite dans rognon de ménilite.

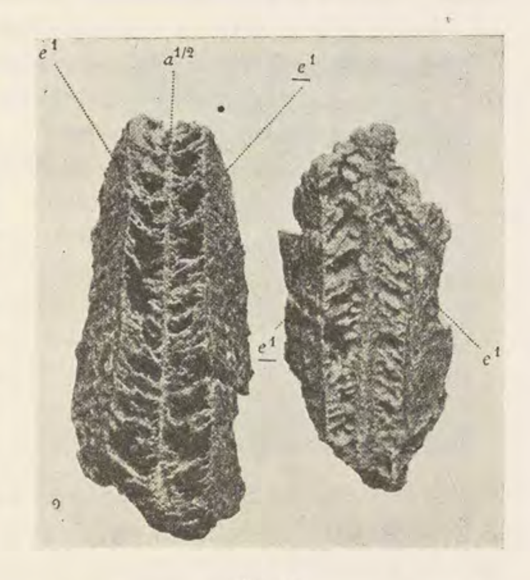


Fig. 19.
Pseudomorphoses de gypse en calcite. Abattoirs de Vaugirard. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Généralement il n'existe aucune relation géométrique entre les minéraux néogènes et le gypse. Parfois seulement les cristaux de quartz sont implantés sur celui-ci par une face p ou $e^{1/2}$ (*babelquartz*).

Des pseudomorphoses de ce genre en voie de production se trouvent dans le gypse ludien un peu partout, etc.

Les pseudomorphoses renfermant à la fois des produits siliceux cristallins et de l'opale, se rencontrent dans le bartonien (calcaire de Saint-Ouen) ; elles occupent le centre de rognons d'opale ménilite (Plaine Monteeau à Paris, Tunnel de Saint-Cloud, Grignon, Forêt de St-Germain, Pontoise). Ce sont des moules en creux de cristaux de gypse, avec parfois de grandes lames parallèles (fig. 18) représentant la place des



Fig. 20.
Gypse des marnes oligocènes.

plans g^1 du gypse disparu, le long desquels s'est propagée la silicification. Ces lames sont formées par un mélange translucide d'opale, de calcédonite et de lutécite ou seulement par de l'opale et l'un de ces deux derniers minéraux. Je renvoie à mon mémoire précité pour l'étude des cas dans lesquels la lutécite est orientée de façon à ce que son axe vertical coïncide avec celui du gypse.

C'est au même niveau que l'on trouve les rognons légers constituant

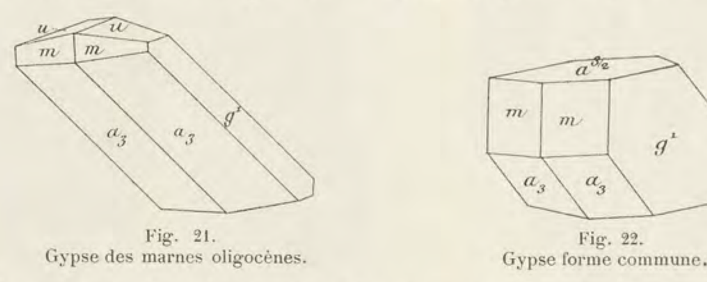


Fig. 21.
Gypse des marnes oligocènes.

Fig. 22.
Gypse forme commune.

l'*opale nectique* du calcaire de Saint-Ouen (fig. 4, p. 334 du tome III) (Plaine Saint-Denis et Paris, rue de Rome) et qui ne sont autre chose que des pseudomorphoses en opale de gypse en roche.

Les pseudomorphoses calcaires sont plus fréquentes encore que les précédentes; elles se trouvent surtout dans le lutétien supérieur [Paris (boulevard Montparnasse), Vaugirard, Bicêtre, Vanves] ; dans

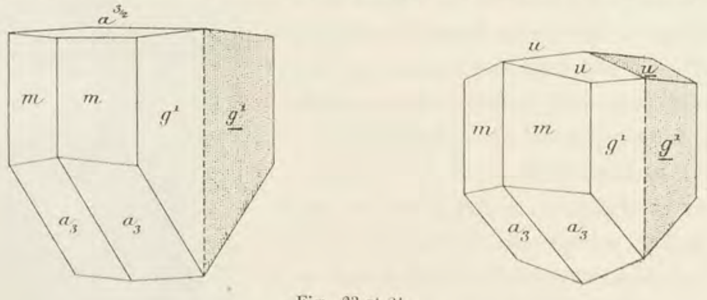


Fig. 23 et 24.
Gypse des marnes oligocènes. Macle suivant h^1 (100).

le bartonien (Puteaux, Gentilly, Venteuil, etc.), le ludien (marnes à *Pholadomya ludensis*) (pseudomorphoses calcaires remplies de gypse niviforme d'Argenteuil). La figure 19 montre que là encore la transformation se propage le long de certains clivages : la calcite n'est pas orientée sur le gypse.

Quant aux pseudomorphoses partielles en pyrite, je les ai rencontrées dans les marnes ludiennes de Noisy-le-Sec.

Il me reste à étudier le gypse des assises *oligocènes*. Les bancs gypseux du sannoisien (marnes bleues et marnes vertes) ont la même structure que ceux du ludien, mais les cristaux qui se trouvent isolés au milieu des argiles ont souvent des formes différentes. [Paris (Belleville, Montmartre, Buttes-Chaumont), Pantin, Argenteuil]. Ils présentent deux types principaux. Le premier consiste en formes lenticulaires, analogues à celles du gypse ludien, mais avec en outre (d'une façon constante) g^1 et m, plus ou moins développés (fig. 20). Les formes $b^{1/2}$, $a_{2/9}$ $(\bar{1}\bar{1}.7.18)$, $a^{3/2}(\bar{2}03)$, $a_3(\bar{2}11)$ sont parfois nettes. Les faces de a_3 sont fréquemment unies et planes (fig. 21). Ces cristaux, atteignant fréquemment 5 à 6 cm., sont assez souvent incolores et remarquablement limpides.



Fig 25.
Gypse des marnes oligocènes.
Macle suivant h^1 (100). Montmartre.

Ils présentent parfois la macle suivant $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$ qui correspond

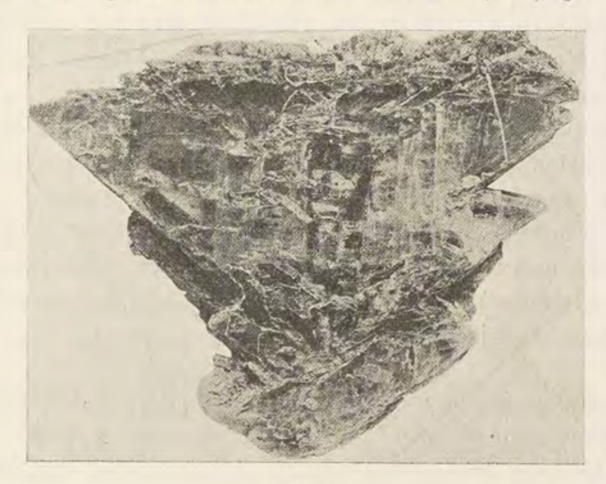


Fig. 26.
Gypse des marnes oligocènes. Macle suivant h^1 (100). Argenteuil.
(*Photographie réduite de moitié.*)

d'ordinaire au type le moins fréquent dans le gypse ludien, celui où il n'existe pas d'angles rentrants et où les formes dominantes sont m, g^1,

a_3 (Pantin, Belleville, Ménilmontant) (fig. 15). Ces macles se rencontrent plus souvent en groupements de plusieurs individus qu'en individus isolés.

Le second type est caractérisé par le plus grand développement et parfois par la prédominance de m et de g^1 (fig. 22) avec parfois allongement suivant c (avec $b^{1/2}$, $a_{2/9}$, u, $a^{3/2}$, etc.). Ces cristaux se groupent fréquemment en rosettes, atteignant 10 cm. de diamètre [Pantin, Montmartre, Argenteuil (dans marnes d'Argenteuil supérieures aux marnes vertes)].

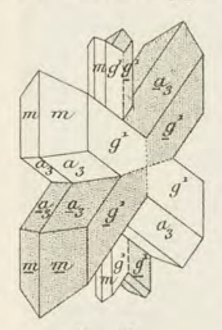


Fig. 27.
Macle suivant h^1 (100) par entrecroisement. Montmartre.

La macle présentée par ce type est celle suivant h^1 (100); elle offre des aspects très variés, suivant que, dans les cristaux élémentaires, ce sont les formes m (110) (fig. 23, 24 et 27) ou a_3 ($\bar{2}11$) (fig. 26) qui dominent. Ces macles sont souvent très aplaties suivant g^1.

La figure 27 représente un cristal de Montmartre, dans lequel cette macle s'est produite par entrecroisement; les cristaux composants y ont une forme peu habituelle dans ce genre de gisement, qui est celle dominant dans le gypse épigène. Les macles du type de la figure 25 se groupent parfois en grand nombre par enfilement suivant c et entrecroisement; deux cristaux semblables à ceux de la figure 26 sont parfois réunis bout à bout par leur pointe.

J'ai rencontré à la Butte d'Orgemont, à Argenteuil, au sommet de marnes vertes, d'énormes lentilles de gypse, souvent maclées suivant $a^{1/2}$, et rappelant celles du ludien; leurs faces sont irrégulières, raboteuses, creusées de cavités. Ces cristaux sont zonés par suite de l'existence de nombreuses inclusions argileuses, régulièrement distribuées. Les transformations incomplètes de gypse en calcite sont fréquentes dans ce gisement.

Aquitaine. — *Dordogne*. Le gisement de gypse de Sainte-Sabine est particulièrement à citer; en outre du gypse grenu, il fournit d'énormes cristaux transparents lenticulaires, parfois maclés suivant $a^{1/2}$; j'ai observé de curieuses lames transparentes provenant de ce gisement; elles sont recouvertes de fibres soyeuses du même minéral, implantées normalement à g^1.

Lot-et-Garonne. Le gypse en roche de Monflanquin renferme des

poches contenant de grandes lames transparentes de gypse, qui dépassent un décimètre de plus grande dimension.

Tarn-et-Garonne. Des lames semblables se rencontrent dans le gypse exploité près de Moissac et de Varen (gypse rosé). La macle suivant $a^{1/2}$ m'y a été signalée, mais je ne l'ai pas vue moi-même.

Sainte-Foy et Larrazet (stampien d'après Caraven-Cachin).

Tarn. Sarelaise près Castres (dans le grès du Castrais à *Palæotherium*).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. De petits gisements gypseux ont été autrefois exploités aux environs du Puy-en-Velay (Cormail, Estrouilhas et Mont-Anis dans des marnes tongriennes (M. Boule). Ces gypses, aujourd'hui difficilement visibles et en partie dissous aux affleurements, ont fourni une faune assez riche (*Palæotherium*, œufs d'oiseaux, etc.) ; on y a trouvé aussi de beaux échantillons fibrolamellaires et (Cormail) de très grandes lames transparentes, que l'on ne voit guère que dans les vieilles collections.

Cantal. Les argiles de la base de l'oligocène des environs de Mauriac (notamment à Salins) renferment des lits gypseux et aussi de gros cristaux lenticulaires maclés suivant $a^{1/2}$, qui, par leur taille, sinon par leurs formes extérieures, rappellent les cristaux en fer de lance des environs de Paris.

Puy-de-Dôme. Un niveau gypseux se trouve dans quelques localités de la Limagne à la base du stampien (Puy Corent, Puy de Bane, Puy Saint-Romain, Gignat, Sainte-Marguerite), ainsi qu'à la Butte de Montpensier près Aigueperse. Il a été exploité dans plusieurs de ces gisements, qui renferment aussi des cristaux lenticulaires ou trapéziens. On y trouve des veinules de gypse fibreux ; j'ai observé un échantillon de ce genre provenant du Puy Corent, qui présente la particularité de se terminer par une grande lentille jaunâtre, disposée de telle sorte que son clivage g^1 fait partie de la zone d'allongement des fibres ; c'est la disposition inverse de celle réalisée dans l'échantillon de Sainte-Sabine décrit plus haut.

Allier. Les marnes avec gypse de Naves appartiennent au stampien supérieur.

Alsace. — [*Alsace*]. Gypse albâtreux à Zimmersheim près Mulhouse.

Bassin du Rhône. — *Basses-Alpes*. Dans le bassin de Manosque, les gypses de Dauphin et du Bois d'Asson se trouvent à la base du tongrien ;

ces gisements ont fourni des cristaux lenticulaires d'assez grande taille.

Drôme. L'oligocène d'Eygalayes renferme un niveau gypsifère et lignifère contenant des nodules de célestite.

Hérault. Le gypse de Saint-Gely, près Montpellier est sannoisien.

Aude. Dans la molasse des environs de Castelnaudary, se trouvent des horizons gypseux à Mas-Sainte-Puelles et à Villeneuve-la-Comptal.

Gard. Les assises gypseuses se rencontrent dans le bartonien à Laval-Saint-Roman, Galès, etc. et dans le ludien (avec lignite) à Barjac, Saint-Jean-de Marvéjols, Cervas, Célas, Les Fumades, etc., ainsi que dans l'oligocène de la région d'Alais.

Vaucluse. Des sables gypsifères ludiens se trouvent à la Débruge, près de Gargas. Ils fournissent de gros cristaux lenticulaires enchevêtrés de gypse, rappelant ceux des caillasses de Paris; on peut citer encore Mallemort.

On a vu à la page 374 du tome II que dans le gisement tongrien des Tapets près Apt, le soufre est associé à du gypse ; il y existe aussi du gypse fibrolamelleux et les géodes tapissées de cristaux de soufre et de célestite renferment parfois de jolis cristaux limpides néogènes de gypse (allongés suivant c et maclés suivant h^1). Il y a lieu de citer aussi à ce point de vue les marnes gypsifères et les gypses de Gargas (Sainte-Radegonde), etc., qui sont du même âge que ceux d'Aix. Des cristaux isolés lenticulaires de gypse se trouvent à la base de cette formation dans les marnes à *Cyrena semistriata*.

Bouches-du-Rhône. Le bassin d'Aix en Provence renferme de nombreux bancs de gypse, depuis longtemps célèbres par la richesse de leur flore; ils appartiennent au tongrien ; le gypse y est saccharoïde. Dans les lits de marnes associées se trouvent en abondance soit de véritables bancs de cristaux agglomérés, soit des cristaux lenticulaires, offrant la plus grande analogie avec ceux du gypse ludien de Paris et présentant comme eux la macle suivant $a^{1/2}$. Ceux de ces cristaux que j'ai vus ne dépassent pas 4 cm. de plus grande dimension.

J'ai décrit et figuré, page 766 du tome II, les curieuses pseudomorphoses de sel gemme en lentilles de gypse agglomérées, qui se rencontrent particulièrement à Saint-Mitre, entre Aix et Eguillet.

Le gypse de Saint-Jean-de-Garguier appartient à l'aquitanien.

Algérie. — *Constantine*. M. Blayac m'a signalé dans l'oligocène

laguno-lacustre, des bancs de gypse de 1 à 2 m. d'épaisseur dans les localités suivantes.

Le gypse des environs de Guelma sur les berges de la Seybouse renferme de belles lames transparentes. Aux environs d'Héliopolis, un gîte de soufre natif, rappelant ceux de Sicile et des Tapets, est associé aux assises gypseuses ; les géodes de soufre contiennent quelquefois des cristaux néogènes, transparents de gypse, allongés suivant l'axe vertical, avec la macle h^1.

A citer encore : Nador (près des mines de calamine) ; Djebel Chebka, près le chott Mzouri et près Constantine, entre Aïn Kerma et Rouffach.

Tunisie. — Dans l'éocène moyen, M. Pervinquière (*Et. géol. Tunisie centrale*, p. 189) a signalé des bancs de gypse grenu et lamelleux assez importants pour être exploités (Sidi Chadah, Chouchet es Sid).

Soudan. — *Adar-Doutchi.* De belles lames de gypse incolore se trouvent à l'est de Bouza, à 2 km. au sud-est de Tamaské. M. Garde, qui a visité récemment ce gisement, l'attribue à la base de l'éocène.

Dans le miocène.

Aquitaine. — *Tarn-et-Garonne.* L'helvétien de la Lomagne renferme un niveau gypseux (gypse grenu, lamelleux, fibreux), alternant avec des marnes et exploité pour l'agriculture à Arrats, Auvillar, Broca près Mansonville, Castérat-Bouzet, Lavit-de-Lomagne, etc.

Algérie. — *Oran.* Les calcaires à nullipores du miocène supérieur renferment dans le Sahel d'Oran, à Bou-Thélis, des amas lenticulaires de gypse exploités ; ceux-ci contiennent, notamment à 3 kilomètres au nord de cette localité (route d'El Ançon), des cristaux lenticulaires de plusieurs décimètres, présentant la macle suivant $a^{1/2}$.

Tunisie. — Les assises du miocène moyen et supérieur de la région du Kef renferment du gypse, soit en lits interstratifiés, soit en lames.

Dans le pliocène.

Tunisie. — Le pliocène du Lorbeus contient des lits interstratifiés de gypse.

d) *Dans les assises quaternaires.*

Algérie. — *Oran.* Les dépôts salins quaternaires et actuels de la plaine de la Sebkha d'Oran renferment des cristaux de gypse de la forme $m g^1 a_3$.

Tunisie. — Voir p. 197.

Mauritanie. — M. Chudeau m'a remis de grandes lentilles de gypse jaunâtre, atteignant 20 cm. de plus grande dimension, qu'il a recueillies dans la lagune quaternaire d'El Mounek, au Nord du Cap Mirik. Les cristaux ramassés à la surface du sol ont leur périphérie curieusement corrodée par le sable, sous l'influence du vent. Ces cavités de corrosion n'ont aucune forme géométrique.

Sur tout le littoral de la Mauritanie, surtout de Boguent à Marsa, dans le sud de l'Agneitir et aussi dans l'Azoufal, se rencontrent des sebkha à fond salé, sortes d'étangs littoraux séparés de la mer par des dunes. La sécheresse du climat explique la fréquence de la cristallisation du sel et du gypse. A Timardine, celui-ci est en partie réduit en soufre.

Nouvelle-Calédonie. — Il existe sur la côte Ouest de l'île, depuis la pointe Chaleix jusqu'à Gomen, et en particulier dans la presqu'île de Uitoé et auprès du cap Goulvain, à Beaupré, des argiles bariolées, tout à fait récentes, sinon contemporaines, à faciès lagunaire. (Glasser, *A. M.* IV. 334, 1903.) Elles contiennent de gros cristaux lenticulaires de gypse, souvent enchevêtrés, qui sont très abondants et ont été exploités pour les besoins de la métallurgie locale.

e) *Formation actuelle dans les marais salants et dans les lagunes.*

Bords de l'Atlantique. — *Loire-Inférieure*. La connaissance du gypse se formant actuellement dans les marais salants a une grande importance pour l'interprétation de la genèse des gisements sédimentaires étudiés plus haut. J'ai décrit en grand détail (*Nouv. Arch. Muséum*. IX. 221. 1897) un gisement remarquable, situé au Bourg-de-Batz et qui a été cité pour la première fois par M. Baret (*B. S. M.* IX. 294. 1888).

Les marais salants du Bourg-de-Batz, comme tous ceux de la presqu'île guérandaise, présentent la disposition suivante : l'eau est amenée de la mer par de grands canaux (*étiers*), conduite dans de larges réservoirs (*vasières*), où elle se clarifie, puis dans des compartiments plus petits et moins profonds (*cobiers*). De là, de petites rigoles la distribuent dans une série de divisions rectangulaires, de moins en moins profondes (*fares*, *adernes*), dans lesquelles l'eau s'échauffe sous les rayons

du soleil et se concentre avant d'arriver aux derniers compartiments ou *oeillets*, dans lesquels s'effectue la cristallisation du sel. C'est uniquement dans les fares et dans les adernes que le gypse cristallise ; l'eau y possède une concentration de 13 à 20° Baumé. C'est bien ce que prévoit la théorie, puisque dans les concentrations artificielles d'eau de mer, le gypse se dépose entre 14 et 30° B., le sel marin cristallisant à partir de 26°B.

Les cristaux appartiennent à deux types : 1° égal développement de g^1 et de a_3, avec allongement suivant leur arête d'intersection ; les faces m et g^1 sont larges, brillantes et striées parallèlement à leur intersection mutuelle, alors que a_3 est toujours courbe ; les autres formes, que l'on rencontre souvent, sont e^1, u $(\bar{2}33)$, ∂ $(\bar{1}\bar{5}.21.26)$, $a^{9/4}$ $(\bar{4}09)$, plus rarement $b^{1/2}$ $(\bar{1}11)$ et aussi une forme de la zone $a^{3/2}$ g^1, faisant des angles d'environ 140° avec g^1 et 114° avec m. Fréquemment toutes ces formes sont courbes et leurs arêtes d'intersection mutuelle sont arrondies ; elles constituent alors avec a_3 des pointements régulièrement coniques, semblables à quelques-uns de ceux du gypse parisien ; certains cristaux atteignent 3 cm. 5.

Le second type est lenticulaire, il ne présente ni m, ni g^1 ; les cristaux sont constitués par a_3, à faces parfois très brillantes, auxquelles sont associées toutes les formes signalées plus haut et surtout u $(\bar{2}33)$; tantôt a_3 et u sont également développés ; tantôt et plus souvent, les cristaux sont allongés suivant une arête a_3 a_3 ; des groupements à axes parallèles de lentilles entièrement courbes sont fréquents. Tandis que les cristaux du premier type sont généralement isolés, les types lenticulaires forment des masses enchevêtrées d'un grand nombre de kilogrammes. Tous ces cristaux atteignent individuellement 2 centimètres.

Les macles ne sont pas rares ; dans le premier type, elles ont lieu suivant h^1, avec aplatissement suivant g^1, allongement ou raccourcissement suivant l'axe vertical. Elles sont uniformément terminées à l'extrémité supérieure par u $(\bar{2}33)$ et $a^{9/4}$ $(\bar{4}09)$ arrondies, et à la partie inférieure par a_3 ; un grand nombre de macles de ce genre s'enfilent suivant l'axe vertical ; des cristaux simples interviennent dans ces groupements et il n'est pas rare d'y rencontrer deux macles réunies bout à bout par celle de leurs extrémités qui est constituée par les faces a_3. Toutes ces particularités se retrouvent dans les macles similaires des marnes vertes des environs de Paris.

Les cristaux lenticulaires sont beaucoup moins souvent maclés que les précédents ; ils présentent uniquement la macle suivant $a^{1/2}(\bar{2}01)$: c'est encore une analogie avec le gypse parisien.

Je me suis attaché à voir quelle est la distribution relative de ces cristaux dans trois fares successifs, dans lesquels la concentration de l'eau varie. Les cristaux sont d'autant plus gros, d'autant plus nets et d'autant moins lenticulaires qu'ils se produisent dans une solution plus étendue. Dans les eaux les plus concentrées, les formes lenticulaires se produisent seules ; ces faits expliquent sans doute pourquoi dans les marnes vertes parisiennes, où les cristaux de gypse sont peu nombreux, les formes nettes sont constantes, alors que dans les lits continus de gypse, dans les marnes du gypse ludien, et dans les marnes qui les accompagnent, les cristaux sont lenticulaires, la concentration de la lagune ayant été dans ces derniers cas poussée plus loin.

Les cristaux sont surtout abondants dans une vase noire, qui recouvre le sol granitique ; ils se forment là, grâce à la saturation du sous-sol, en des points assez éloignés de la surface liquide pour n'être pas influencés par les changements de la concentration, qui y varie nécessairement avec la température et l'arrivée de l'eau nouvelle déterminée par l'exploitation du marais salant. Les cristaux se forment aussi dans le gravier granitique et alors ils englobent poecilitiquement une très grande quantité de débris de feldspaths, de quartz et de mica et possèdent ainsi la structure des cristaux de gypse du Souf, dont il est question plus loin.

Bords de la Méditerranée. — *Bouches-du-Rhône.* J'ai examiné une série d'échantillons du gypse, qui se dépose dans les *parténements* des salins d'Aigues-Mortes, équivalents des fares et des adernes des marais salants de Batz. L'aspect de ces cristaux est un peu différent des précédents et cela tient peut-être aux conditions particulières de l'évaporation de l'eau, qui est plus rapide dans la Méditerranée que sur les bords de l'Atlantique.

Le gypse forme dans les bassins, dont l'eau a une densité de 14 à 16° Baumé, des croûtes gondolées, reposant directement sur le sol. Elles sont constituées par de petits cristaux d'un blanc jaunâtre présentant m, $a^{3/2}$, u, ou $a_{2/9}$; ils sont allongés suivant une arête g^1 $a^{1/2}$ et aplatis parallèlement à $a^{1/2}$ $(\bar{2}01)$. Les faces a_3 sont courbes et généralement non mesurables ; ils présentent des zones d'accroissement diversement colorées, dues à la présence d'argile noire.

Cette observation est conforme à une plus ancienne de Dieulafait (*A. C. P.* XIV. 383. 1878), qui a signalé, en outre, des cristaux isolés au milieu de la boue noire sous-jacente à la croûte gypseuse superficielle. Dans les marais, qui ne sont plus exploités, on trouve des masses miarolitiques de gypse, dans lesquelles s'observent parfois de très beaux cristaux lenticulaires.

Algérie et Mauritanie. — Voir pages 193 et 194.

2° *Formation actuelle dans les régions désertiques.*

Dans les régions désertiques du Sahara et du Soudan, il se produit actuellement des cristaux de gypse, soit par évaporation directe de mares salées, renfermant divers sels alcalins associés au sulfate de calcium, soit par recristallisation du gypse se trouvant en profondeur dans des formations d'âge varié et venant se concentrer à la surface par l'évaporation de l'eau montée dans le sol par capillarité. Cette formation, qui se poursuit encore actuellement, est la prolongation d'un phénomène plus ancien (quaternaire). Voici quelques gisements caractéristiques de ces deux modalités de mode de formation.

Algérie. — *Sahara*. Le sable du désert, recouvrant les assises gypseuses d'âges divers (trias, crétacé, éocène, etc.) renferme localement, notamment dans la région du Souf, à l'Est-Nord-Est de Touggourt et à El-Goléa, un enchevêtrement de très gros cristaux de gypse (debdeb) (voir Flamand *C. R. campagne* 1907-08. *Service géol. Territ. du Sud*), qui se forment encore actuellement et se produisent vraisemblablement depuis l'oligocène aux dépens du gypse sous-jacent. Ce gypse constitue des dépôts horizontaux épais de 0 m. 20 à 0 m. 50 et même 1 m. d'épaisseur, séparés par des lits légèrement argileux ; il sert à la construction, car il est la seule pierre de la région. Les cristaux sont quelquefois lenticulaires et groupés (*roses du désert*) et alors, identiques aux groupements des environs de Paris représentés par les figures 16 et 17 ; d'autres fois, ils sont caractérisés par le grand développement de a_3 avec g^1 : les cristaux sont allongés suivant une arête $a_3\, g^1$ et rarement terminés par des faces m bien définies. Enfin il existe des cristaux identiques à ceux de la figure 28, avec parfois des macles suivant h^1 (100) produites par entrecroisement (fig. 27).

Ces cristaux atteignent fréquemment plusieurs décimètres de plus grande dimension. De couleur jaune, ils sont limités par des faces rugueuses et ont englobé au cours de leur cristallisation des grains de sable, à la façon des cristaux de calcite de Fontainebleau.

Dans cette même région, M. Le Chatelier a rencontré de fréquentes pseudomorphoses de racines en gypse : elles sont tout d'abord épigénisées par du gypse farineux, au milieu duquel se voient des restes ligneux, puis ce gypse recristallise et les racines sont alors remplacées par des baguettes flexueuses, constituées par un enchevêtrement de cristaux lenticulaires.

Tunisie. — Dans la région sableuse de l'Extrême-Sud tunisien, le gypse, par son mélange au sable, forme une carapace superficielle, dont l'épaisseur peut atteindre 1 mètre, d'après les renseignements que m'a donnés M. Pervinquière. Un peu plus au sud, sur le bord de l'Erg, dans les régions de Kébili et de Douz, il existe des roses du désert analogues à celles du Souf.

Soudan. — *Eguéï. Bahr-el-Ghazal.* M. Garde a trouvé (*C. R.* CXLVIII. 1616. 1909) dans les argiles récentes, natronées, de Hangara, au Nord de l'Eguéï (à environ 450 km. au Nord-Est du Tchad), des cristaux lenticulaires de gypse, souvent maclés suivant $a^{1/2}$; ceux qu'il m'a remis mesurent 1 cm. 5. Le gypse existe aussi à Bir Kiat dans la partie supérieure du sillon du Bahr-el-Ghazal.

Gisements d'âge indéterminé.

Antilles. — C'est peut-être à un gisement oligocène qu'il faut rapporter le gypse laminaire transparent des Anses d'Arlet (*Martinique*) et des *Saintes*, que j'ai examiné, sans l'avoir recueilli moi-même.

Tonkin. — M. Dupouy m'a remis du gypse fibreux de Long Po (fleuve Rouge), dont la nature du gisement est inconnue.

Soudan. — Je dois au sergent Lacombe de grandes lames transparentes de gypse provenant d'Agadem et qui se trouvent peut-être dans des conditions analogues à celles d'Eguéï, à moins qu'elles ne proviennent d'assises tertiaires comme celles citées page 193.

3° *Dans les gisements d'origine épigénique.*

a) *Par décomposition de la pyrite.*

Le gypse est un produit secondaire très fréquent dans tous les gise-

ments qui renferment à la fois des sulfures et en particulier de la pyrite et des minéraux ou des roches calciques. La décomposition de la pyrite se fait d'après l'équation suivante :

$$FeS^2 + O^7 + 8\ H^2O = FeSO^4,\ 7\ H^2O + H^2SO^4$$

L'acide sulfurique attaque les roches voisines, donnant naissance, suivant leur constitution chimique, aux nombreux sulfates, qui seront décrits plus loin et en particulier à du gypse si ces roches sont calciques. Quant à la mélantérite, elle peut être, elle aussi, une source de gypse, soit à l'état intact, soit après oxydation ; elle est facilement soluble dans l'eau et sa dissolution, au contact du calcaire, donne naissance par suite de réactions plus ou moins complexes à des cristaux de sulfate de calcium. Le cycle de ces transformations peut être facilement étudié, comme je l'ai fait (*Nouv. Arch. Muséum*, *op. cit.*), dans l'argile plastique des environs de Paris.

Suivant les conditions dans lesquelles se trouvait originellement la pyrite, le gypse néogène se présente avec des particularités spéciales ; c'est pourquoi je considérerai dans des paragraphes distincts diverses catégories de gisement, malgré l'identité des réactions, qui y ont donné naissance au minéral qui nous occupe.

α. Cristaux distincts dans des argiles.

Le gypse, qui se trouve dans ces conditions, forme souvent de très beaux cristaux, généralement isolés et présentant des formes toujours très simples, qui, sauf exception, se réduisent à g^1, m et a_3. Ces diverses formes peuvent être également développées (fig. 28) ; c'est le gypse trapézien d'Haüy. D'autres fois, ils sont allongés suivant une arête $g^1\ a_3$ (fig. 30) ou suivant l'axe vertical (fig. 29) ; dans ce dernier cas, les macles suivant h^1 sont plus fréquentes que dans le précédent.

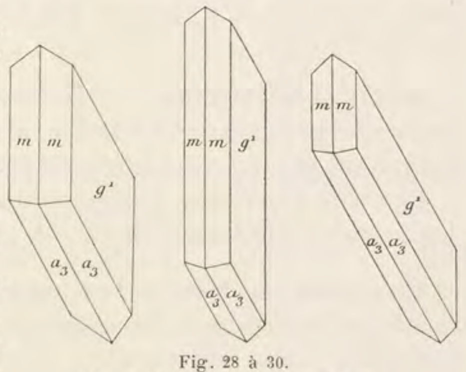


Fig. 28 à 30.
Divers facies de gypse secondaire.

Voici quelques gisements dont j'ai étudié des échantillons ; on pour-

rait multiplier à l'infini les citations de ce genre. Pour la commodité des recherches, je les classerai par ordre géologique.

Dans les assises jurassiques.

Flandre. — *Pas-de-Calais*. Dans les marnes portlandiennes de la Pointe d'Alpreck près Boulogne-sur-Mer, les cristaux sont quelquefois aplatis suivant une face a_3.

Dans les marnes kimeridgiennes de Châtillon, près Boulogne, le gypse se présente en lentilles, quelquefois maclées suivant $a^{1/2}$ et rappelant alors davantage les cristaux des marnes parisiennes que ceux des autres gisements étudiés dans ce paragraphe.

Normandie. — *Calvados*. Beaux cristaux, quelquefois maclés, dans les marnes oxfordiennes des falaises de Bénerville ; les cristaux atteignant plusieurs centimètres de longueur présentent quelquefois des faces arrondies entre g^1 et a_3 ; des macles en cœur suivant h^1 (fig. 31) ne sont pas rares. Aux Vaches Noires, on trouve dans les argiles de Dives, des cristaux analogues.

Le gypse existe aussi au centre de nodules de pyrite en voie de transformation en limonite (Morière. *Bull. Soc. lin. Normandie*. VIII. 1849).

Maine. — *Sarthe*. Dans les marnes oxfordiennes de Coulangé près Aubigné, cristaux enchevêtrés et entrecroisés formant des boules.

Poitou. — *Vienne*. Je dois à l'obligeance de M. Welsch, des cristaux trapéziens de gypse du lias supérieur de Smarves, à 8 km. au sud de Poitiers.

Aunis et Saintonge. — *Charente*. Cristaux de la même forme dans les marnes liasiques de Chantrezac, Montbron, Nanteuil-en-Vallée, dans les marnes purbéckiennes de Saint-Même, des Molidards, de Montgaud.

Charente-Inférieure. Beaux cristaux trapéziens atteignant 4 cm. dans les marnes oxfordiennes de Magon près La Rochelle.

Chalosse. — *Landes*. Les argiles de la métairie de Lacausse à Saint-Lon renferment en très grande abondance des cristaux de gypse trapézien, jaunes très réguliers (3 à 4 cm.) (fig. 28).

Corbières. — *Hérault*. Cristaux nets, avec macles suivant h^1, dans les marnes toarciennes entre Magalas et Fouzilhon.

Bourgogne. — *Saône-et-Loire.* Dans le toarcien et l'oxfordien des environs de Mâcon, jolis cristaux, en particulier à Davayé ; macles en cœur suivant h^1 quand a_3 est très développé (fig. 31).

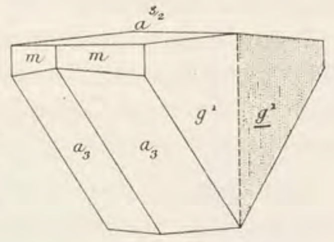


Fig. 31.
Macle suivant h^1. Forme commune.

Vosges. — *Haute-Saône.* Jolis cristaux dans les marnes inférieures de l'oxfordien : Quénoche, Presles, Fontenois-les-Montbozon, Breurey-les-Sorans, Fouvent-le-Bas, etc.

Alpes. — *Isère.* Dans le callovien de Mens, de Trièves, gros cristaux (10 c.) trapéziens.

Madagascar. — De beaux cristaux de gypse transparents se rencontrent dans les marnes jurassiques au Nord d'Andranosamonte (côte Nord-Ouest).

Dans les assises crétacées.

Les argiles et marnes renferment souvent des cristaux trapéziens. Les nodules de pyrite et de marcasite du crétacé supérieur en voie d'altération ou transformés en limonite montrent assez fréquemment, à leur partie centrale, du gypse en lames transparentes formant généralement un seul cristal dans un même nodule. *Yonne* : Mont-Tholon au sud de Joigny. *Aube* : Montgeux, Towilliers, Laisnes-aux-Bois, Boulages. Je ne m'occuperai ci-contre que des cristaux géométriquement distincts.

Fig. 32.
Gypse de Maupas. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

Flandre.— *Nord.* Beaux cristaux dans les argiles de Bailleul.

Bassin de Paris. — *Oise.* Des cristaux ont été signalés dans les argiles violacées néocomiennes du Courtil Leuillier en Saint-Paul.

Champagne. — *Haute-Marne.* M. de Mauroy m'a signalé de magnifiques cristaux (11 cm.) provenant des minières de Maupas près Wassy, de Bettancourt près Saint-Dizier. La figure 32 représente l'un d'eux, qui possède

des zones d'accroissement dues à l'existence d'inclusions argileuses : on voit qu'au début de la cristallisation, le cristal initial a subi une dissolution irrégulière.

Aube. Dans les marnes néocomiennes de Fouchères (lentilles), de Vendeuvre, Amance (cristaux groupés autour d'un centre) ; dans les argiles albiennes de Courcelles et des Plessis (ammonites transformées en cristaux de gypse).

Ardenne. — *Ardennes*. Beaux cristaux trapéziens à la ferme de la Sartelle entre Mouzon et Beaumont-en-Argonne.

Bourgogne. — *Yonne*. Gros cristaux trapéziens atteignant 5 cm. de plus grande dimension dans les marnes néocomiennes (Venoy, près Auxerre), aptiennes (Seignelay, Rouvray, et au S.-E. de Venoy), albiennes (Flogny, Beugnon, Dignes).

Touraine. — *Indre-et-Loire*. De très beaux cristaux trapéziens se rencontrent aux environs de Chinon (macles h^1 par entrecroisement).

Saintonge. Angoumois. — *Charente-Inférieure*. Dans les argiles schisteuses des grès verts des pointes de Fouras et de Piedemont près Rochefort.

Charente. Cristaux trapéziens dans les marnes cénomaniennes d'Angoulême, Châteauneuf et Garat, dans les argiles ligniteuses des Cherves et de Pont-de-Basseau.

Périgord. — *Dordogne*. Des cristaux (trapéziens) atteignant plusieurs centimètres se rencontrent fréquemment dans les argiles ligniteuses cénomaniennes et angoumiennes de ce département et en particulier à la Chapelle-Péchaud.

Dans les assises tertiaires.

Bassin de Paris. — *Seine et Seine-et-Oise*. L'argile plastique sparnacienne de Paris et de ses environs immédiats est extrêmement riche en cristaux de gypse, souvent limpides et d'une grande beauté. Ils se rencontrent à tous ses niveaux pyriteux, mais particulièrement dans les fausses glaises, qui en occupent le sommet. Leur liaison avec la pyrite n'est pas douteuse et souvent on les trouve implantés sur les rognons de ce minéral (fig. 35 C.). Les gisements les plus remarquables sont à Paris, dans le quartier d'Auteuil (notamment près de l'usine à gaz, dans la rue Mozart où les fondations des maisons des numéros

66 à 76 ont fourni d'admirables échantillons), les carrières d'Issy près a porte de Versailles, Meudon, Bougival (*Seine*), Saint-Germain-en-Laye (*Seine-et-Oise*), etc.

Ces cristaux sont à rapporter à trois types ; le plus commun est le trapézien, avec toutes ses modalités (fig. 28 à 30) et la macle h^1. En outre des formes constantes g^1, m, a_3, il existe souvent e^1 (fig. 33) et parfois $e^{1/3}$ (031) (fig. 34) à faces creuses et inégalement développées. Quand les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, ils dépassent parfois 15 cm. de plus grande dimension, et sont parfois plus ou moins cristallitiques et entrecroisés (fig. 35 B).

Il n'est pas rare de rencontrer de

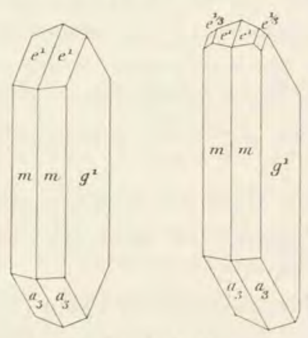


Fig. 33 et 34.
Gypse de l'argile plastique de Paris.

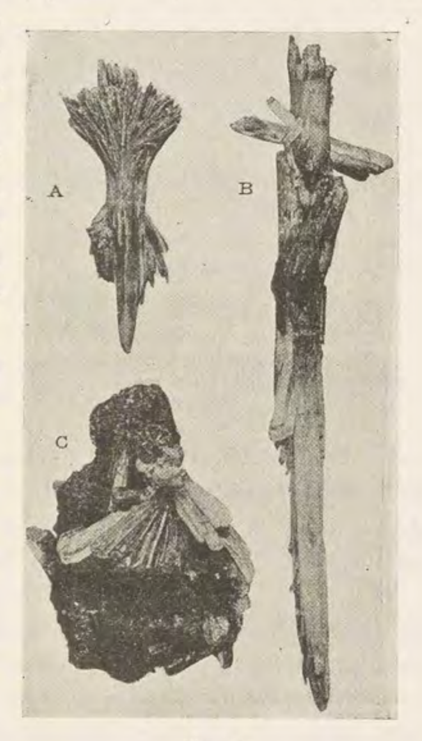


Fig. 35.
Gypse de l'argile plastique de Paris.
(*Photographie un peu réduite.*)

singuliers groupements (fig. 35 A) : Un gros cristal, allongé suivant l'axe vertical, supporte dans l'angle obtus a_3m, un éventail formé par des cristaux très aplatis suivant g^1, groupés comme les feuillets d'un livre autour d'une parallèle à l'arête a_3 a_3. L'angle postérieur a_3 m supporte un éventail, dont les constituants ont leurs parallèles dans l'éventail antérieur, mais ne se trouvent pas sur leur prolongement. Il y a là une tendance à la formation d'une macle et ces cristaux d'Auteuil sont à comparer à ceux du Papelsberg (Siebengebirge), décrits par M. Laspeyres.

Le second type est moins fréquent ; il se trouve notamment à Meu-

don dans une argile rouge très ferrugineuse ; il présente les formes m et g^1 très développées ; a_3 manque ou est souvent très réduit : les cristaux sont raccourcis suivant l'axe vertical (type de la fig. 22) et parfois un peu allongés parallèlement à une normale à h^1. Ils sont terminés par une surface arrondie, dont l'intersection avec g^1 fait avec l'axe vertical un angle voisin de 88° ; suivant les individus, elle correspond à a^3 ($\bar{1}03$) ou à $a_{2/9}$ ($\bar{1}\bar{1}.7.18$). Ces cristaux, identiques à quelques-uns de ceux des marnes vertes des environs de Paris (page 188), s'empilent souvent suivant l'axe vertical pour donner un grand individu, qui présente des angles rentrants sur les faces m. Enfin, à Meudon, il existe quelquefois des cristaux lenticulaires, comparables à ceux du gypse ludien.

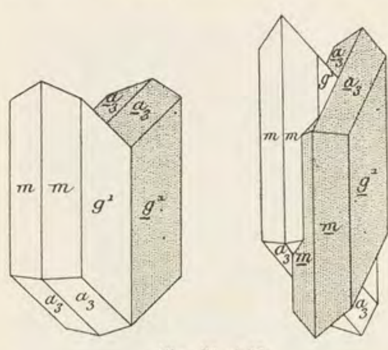


Fig. 36 et 37.
Deux modalités de la macle suivant h^1 (100). Argile plastique de Paris.

La macle du gypse secondaire est celle suivant h^1, elle se fait parfois, non par accolement, comme dans la figure 36, mais par interpénétration à la façon de la macle de Carlsbad de l'orthose (fig. 37). Pour plus de détails, je renvoie à mon mémoire sur le gypse de Paris (*op. cit.*, p. 263).

Oise. Les cendrières, jadis exploitées dans les lignites sparnaciens, ont fourni de jolis cristaux de gypse ; on peut citer comme exemple la butte du mont Soufflard en Broyes.

Marne. De magnifiques cristaux limpides, atteignant 15 cm., et souvent groupés en gerbes, se trouvent dans l'argile réfractaire d'Onrézy en Bouilly, près Reims.

Flandre. — *Nord*. Les cristaux de gypse sont fréquents dans la partie inférieure de l'argile yprésienne.

Dans le glaciaire.

Alpes. — *Isère*. — Je dois à M. Kilian communication de jolis cristaux de gypse, trouvés dans la boue glaciaire de divers gisements : Le Monetier-de-Clermont, Lavars, Maire, Vaujany ; ils atteignent 12 cm., sont transparents et appartiennent au type de la figure 28 ; de petits cristaux provenant de Lavars sont allongés suivant l'axe vertical.

β. Dans les gisements métallifères et les mines de houille.

En cristaux distincts.

L'existence de pyrite dans la plupart des gîtes métallifères et dans les mines de houille y explique la fréquence du gypse qui cristallise souvent même dans les galeries de mines ; il y est par suite de formation tout à fait actuelle. Ces cristaux de gypse sont naturellement surtout fréquents dans les gisements où la gangue est calcaire ; je n'en citerai que quelques exemples [1].

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Dans les fentes des schistes ardoisiers des exploitations de Trélazé.

Cévennes. — Jolis cristaux (g^1 g^2 m a_3) dans le gisement calaminaire des Malines : on y rencontre des pseudomorphoses d'aragonite en gypse et hydrozincite.

Gard. Ardèche. Les gîtes de pyrite se trouvant au milieu des calcaires secondaires et qui ont été étudiés dans le tome II, sont riches en cristaux et en masses laminaires de gypse.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Jolis cristaux, allongés suivant *c*, dans les fentes du houiller de Grosménil.

Loire. Des cristaux de gypse se trouvent dans les mêmes conditions à Rive-de-Gier, Saint-Étienne, etc.

Tarn. J'ai rencontré de jolis cristaux de gypse dans la mine de galène de Peyrebrune près Réalmont.

Rhône. Les anciennes galeries de la mine de Chessy et de Sain-Bel ont fourni de magnifiques cristaux groupés de gypse qui, par leur netteté et leur limpidité, faisaient l'admiration des visiteurs. Romé de l'Isle a signalé déjà ceux de Sain-Bel (*Cristall*. I. 323. 1783).

Alpes. — *Savoie*. Les filons de galène de Pesey renferment de belles masses laminaires transparentes de gypse enveloppant l'anhydrite, la galène, la proustite et, d'une façon générale, tous les minéraux du gisement. Ce gypse a sans doute une origine complexe, il doit provenir en partie de l'hydratation de l'anhydrite.

1. C'est à un mode de formation identique qu'il y a lieu de rattacher les jolis cristaux (m g^1 a_3), trouvés par M. L. Michel dans les vieilles scories plombeuses et cuprifères des fonderies de Poullaouen (*Finistère*), décrites tome III (p. 750).

Isère. Le gypse, tantôt coloré en vert par du cuivre, tantôt en rose par du cobalt, a été jadis trouvé en très beaux cristaux, implantés sur l'asbeste, qui était l'une des gangues des minerais cobaltifères des Chalanches.

Algérie. — *Alger*. La collection du Muséum renferme de jolis cristaux transparents de gypse implantés sur la sidérite des mines de Mouzaïa (fig. 28, avec parfois g^2).

Tunisie. — Je dois à M. Coez des cristaux de gypse (quelquefois rougeâtres) provenant des mines du Djebel-Kebbouch ; ils atteignent 10 cm. suivant l'axe vertical et sont fréquemment maclés suivant h^1.

Masses cristallines.

Le gypse se rencontre dans un petit nombre de gisements des terrains paléozoïques, non plus en cristaux distincts, mais en masses cristallines plus ou moins importantes. Le gypse des gisements suivants présente le même aspect que le gypse triasique.

Corbières. — *Hérault*. Combe d'Ysarne près Cabrières (dans schistes siluriens).

Cévennes. — *Gard*. Salles de Gagnières ; bassin de Cavaillac (dans le carbonifère).

Plateau Central. — *Ardèche*. A la Chastagnère près de Prades, gypse fibrolamellaire (dans le carbonifère).

Saône-et-Loire. Perrecy-les-Forges. Rognons rosés fibreux, avec parfois grandes lames transparentes.

Vosges. — *Haute-Saône*. Ronchamp, masses grenues.

γ. Dans les houillères embrasées.

Le gypse est fréquent comme minéral néogène des houillères embrasées, riches en sulfates solubles. Il y forme de petits cristaux (g^1 m a_3), généralement très aplatis suivant g^1, qui recouvrent ou imprègnent les roches fondues ou simplement calcinées (tranchée Saint-Edmond à Commentry par exemple).

Mais parfois, on l'observe en cristaux de très grande taille dans des travaux souterrains, où il a pu cristalliser lentement ; les cristaux

sont encore lamellaires suivant g^1, souvent très allongés suivant l'axe c, et maclés suivant h^1.

Plateau Central. — *Aveyron*. Cransac et Lasalle près Decazeville (cristaux non allongés sur houille transformée en coke).

Loire. La-Roche-Molière près Firminy. Kenngott a décrit (*N. J.* 1888. I. 179) des cristaux provenant de Rive-de-Gier et ayant 6 cm. de longueur.

Allier. Bézenet, etc.

β. Dans les fentes de roches diverses.

Le gypse accompagne les autres sulfates solubles dans les fentes de toutes les roches pyriteuses n'appartenant pas aux catégories étudiées plus haut ; il n'y forme d'ordinaire que de très petits cristaux sans intérêt. Il faut excepter cependant le gisement suivant.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. M. Besnard du Temple m'a communiqué des cristaux incolores de gypse, rappelant ceux des argiles, avec cette réserve qu'ils sont beaucoup plus limpides et qu'ils sont incomplets ; ils sont implantés sur un micaschiste altéré. Ils atteignent 4 cm. de plus grande dimension, et sont parfois groupés à axes parallèles ou maclés suivant h^1 (100). J'y ai observé en outre de p, g^1 et a_3, le prisme g^2 (130).

b) *Par action de sulfates sur des calcaires.*

α. Dans des assises sédimentaires.

Alpes. — Il existe dans les Alpes un assez grand nombre de gisements de gypse, que les géologues, ayant étudié la région, considérèrent comme n'ayant pas une origine lagunaire. Un grand nombre de ces gisements se trouvent au voisinage de dépôts d'anhydrite ou de gypse lagunaires ; Marcel Bertrand a attribué leur production (*B. S. G.* XXII. 76. 1894) au mécanisme suivant : les eaux superficielles, en traversant les gisements de gypse lagunaire, se seraient saturées de sulfate de calcium, qui, au contact de calcaires, auraient laissé déposer ce sel en le substituant au carbonate de calcium éliminé par dissolution. N'ayant visité aucun de ces gisements, je les cite ici, sans prendre parti sur le mécanisme de leur production.

Savoie. La région étudiée par Marcel Bertrand est celle des environs

de Modane ; les calcaires transformés sont ceux du muschelkalk. Le gypse épigène est difficile à distinguer de celui du trias supérieur lagunaire, mais il renferme encore souvent des débris du calcaire originel.

Hautes-Alpes et Drôme. Les gypses de Serres (*Hautes-Alpes*) et de Nyons (*Drôme*) affleurent entre des lignes de fracture, notamment entre les schistes calloviens et les calcaires du dogger : Ils affectent parfois une allure filonienne en relation avec des filons de célestite (butte de Clavellas, à 2 km. au N. de Montrond, et aussi à Condorcet, Montaulieu). Aussi, M. Paquier les considère-t-il (*Rech. géol. sur le Diois...* 1901), comme d'origine épigène.

Basses-Alpes. D'après une communication, qu'a bien voulu me faire M. Haug, on doit considérer comme d'origine épigène les gisements de Tanaron, Barles, Bayon, Astoin, Petite-Séolane près les Thuiles, Clamensane.

Alpes-Maritimes. M. Léon Bertrand attribue la même origine au gisement gypseux, qui se trouve le long du Var, au-dessus du pont de Gueydan, à 1 km. après Enriez. Ce gypse, au lieu d'être blanc et saccharoïde, comme le gypse triasique voisin de Daluis, est formé par des cristaux lamelleux, groupés en rosettes, blancs, rouges ou noirs : il n'est pas stratifié (dans le cénomanien). Un gisement analogue se trouve sur la rive gauche du Var, à 3 km. en aval de Puget-Théniers.

Algérie. — *Oran.* On peut rattacher aussi à cette catégorie de gisement les cristaux de gypse qui, à la Tafna, se trouvent épars dans les marnes sénoniennes ou forment des filonnets au milieu de celles-ci. Ils ont été entraînés par dissolution de gisements triasiques voisins.

β. Dans des grottes.

Le gypse se rencontre fréquemment sur les parois de grottes calcaires, où il se produit soit par cristallisation de sulfate de calcium apporté par dissolution, soit par attaque directe de la roche sur laquelle il cristallise. Ce gypse est parfois accompagné d'epsomite. Il se présente sous une forme très caractéristique, celle de fibres contournées ou de boucles curieusement tordues (fig. 38), rappelant celles de la glace décrite tome III.

Je citerai comme exemples les grottes de Lacave (*Lot*) où des surfaces de plusieurs mètres carrés sont couvertes des élégantes cristallisations



Fig. 38.
Gypse en fibres contournées. Grotte de Lacave. (*Photographie grandeur naturelle.*)

dont la figure 38 donne une idée, et celle des Caveaux, à Montrond (*Doubs*).

4° Dans les fumerolles volcaniques.

Le gypse est un des minéraux constants des fumerolles volcaniques sulfhydriques ; il se produit par l'attaque de tous les minéraux calciques et particulièrement des feldspaths des roches voisines ; grâce à sa solubilité, il est facilement entraîné et peut aller cristalliser là où l'évaporation est suffisante, mais d'autre part, comme il est beaucoup moins soluble que tous les autres sulfates se formant en même temps que lui, il est le dernier qui subsiste aux affleurements, après l'extinction des fumerolles.

Aux affleurements, ce gypse ne forme jamais de grandes masses, mais lorsqu'il existe dans les roches volcaniques des cavités, il peut s'y accumuler et former alors de très belles stalactites, dans lesquelles il est associé à d'autres sulfates solubles. Tel a été le cas des galeries souterraines de la Grande Fente de la Soufrière de la *Guadeloupe*, obturée par les éboulements consécutifs au tremblement de terre de

1843, et aussi de celui des grottes de Rosemont à la *Réunion*, qui ont été jadis décrites par Bory de Saint-Vincent.

Antilles. — *Martinique*. J'ai suivi en 1902-1903 le mécanisme de ce genre de production du gypse au cours de l'éruption de la Montagne Pelée ; dans les fumerolles secondaires, s'élevant des matériaux accumulés par les *nuées ardentes*, le gypse n'était accompagné que de sulfates solubles (alunogène, etc.), mais dans celles du dôme récent, il était associé à des sublimations de soufre.

Guadeloupe. Dans les mêmes conditions, le gypse se forme d'une façon continue, en bien plus grande abondance, auprès de toutes les fumerolles de la Soufrière de la *Guadeloupe*, dans lesquelles la labradorite est souvent transformée presque entièrement en opale ; j'ai recueilli dans les fumerolles du sommet et dans celles de l'Échelle, des fibres contournées rappelant celles que représente la figure 38.

Réunion et Nouvelles-Hébrides. — Le gypse abonde dans les mêmes conditions autour des fumerolles en activité.

5° *Dans les sources thermales.*

Le gypse est un des minéraux les plus fréquents des griffons d'un grand nombre de sources thermales. Il se trouve en particulier dans les sources sulfatées calciques ; il s'y produit par la cristallisation directe du sulfate de calcium qu'elles tiennent en dissolution. La plupart des sources de ce genre sont en relation plus ou moins évidente avec des gisements gypsifères, qui doivent être considérés comme l'origine de leur minéralisation.

Le gypse se forme aussi à l'émergence des sources sulfurées ; quand celles-ci sourdent du granite ou de schistes pauvres en calcium, le gypse est produit surtout par l'oxydation de leur sulfure de calcium ; c'est le cas de beaucoup de sources pyrénéennes [Cauterets (*Hautes-Pyrénées*), Bagnères-de-Luchon (*Haute-Garonne*), etc].

Mais lorsque ces eaux sulfurées sourdent au milieu de calcaires, le gypse est surtout produit par leur action sur les parois du griffon. Dans les gisements de ce genre, dont Aix-les-Bains (*Savoie*) est le plus typique, le gypse est beaucoup plus abondant que dans les sources où il cristallise par simple évaporation. Dumas a signalé (*A. C. P.* XVIII. 1846) la rapide corrosion qu'y subissaient de son temps les salles de bains et de douches ; elles étaient alors construites en calcaire.

Le gypse de sources thermales est constitué par des lamelles très minces, aplaties parallèlement à g^1, souvent maclées suivant h^1 : elles ont une très grande tendance à former des concrétions ou des masses poreuses miarolitiques.

6° *Gypse recristallisé dans des conditions diverses.*

Les eaux séléniteuses laissent déposer du gypse partout où leur évaporation est suffisante et particulièrement là où elle est activée par des procédés artificiels. Voici quelques conditions dans lesquelles j'ai observé de bons cristaux.

a) *Dans les tuyaux de conduite d'eau.*

Les tuyaux d'épuisement des eaux séléniteuses s'obturent peu à peu par suite de la formation de croûtes fibreuses de gypse, présentant souvent des zones concentriques de couleur différente.

La collection du Muséum possède des échantillons de ce genre provenant de Paris (Montmartre), dans lesquels l'axe du tuyau est occupé par une géode, que tapissent des cristaux de 1 cm. ; ce sont des macles suivant h^1 (fig. 35), dont l'angle rentrant fait toujours saillie à l'extérieur.

b) *Dans les exploitations salifères.*

Dans les mines de sel exploitées par dissolution, quand l'évaporation de l'eau salée est activée par le passage de celle-ci à travers des amas de fagots (*Jura*), le sulfate de calcium se dépose à leur surface, déterminant autour des branches, des croûtes fibreuses de gypse ; on y trouve souvent des cristaux distincts, maclés suivant h^1.

c) *Dans les générateurs de chaudières.*

On a vu page 41 que l'anhydrite se forme par évaporation d'une solution non chlorurée de sulfate de calcium, quand la température est supérieure à + 60° C. ; au-dessous de cette température, il se produit du gypse, aussi ce minéral se trouve-t-il souvent dans les usines, dont les chaudières sont alimentées par des eaux séléniteuses.

La collection Haüy renferme un échantillon de gypse fibreux, brisé, et ressoudé par de petits cristaux trapéziens, trouvés jadis dans la chaudière d'une machine à vapeur de Chaillot (Paris).

J'ai décrit (*B. S. M.* III. 515. 1889) de très curieux cristaux transparents de gypse de 1 cm., provenant d'une usine de Saint-Denis (*Seine*). Ils sont tous uniformément maclés suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$); ils sont limités par les faces g^1, et des formes arrondies, voisines de la zone $a^{3/4}$ ($\bar{4}03$) g^1 (010) et terminés par m (110), sans angle rentrant. Ils ont la forme de coins aigus (fig. 39), tous implantés par leur pointe et terminés par un sommet à apparence quadratique.

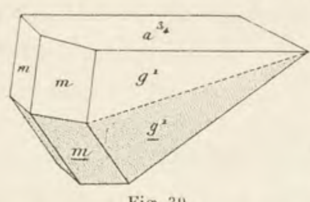


Fig. 39.
Macle suivant $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$) de gypse recristallisé.

GROUPE DE L'EPSOMITE

Le groupe de l'epsomite comprend les espèces isomorphes suivantes, qui sont orthorhombiques et hémiédriques holoaxes.

Epsomite... $MgSO^4 + 7H^2O$
Goslarite... $Zn SO^4 + 7H^2O$
Morénosite.. $Ni SO^4 7 + H^2O$

Il existe peut-être un sulfate de fer, appartenant à ce groupe, la *tauricite* ($FeSO^4 + 7H^2O$); dans tous les cas, certaines epsomites sont riches en fer.

EPSOMITE

$MgSO^4 + 7\ H^2O$

Orthorhombique ; hémiédrique holoaxe : $mm = 90°34'$.

$b : h = 1000 : 405{,}67$ D = 710,63 $d = 720{,}00$

[$a : b : c = 0{,}9901 : 1 : 0{,}5709$ (Brooke)]

Formes observées. m (110), h^1 (100), g^1 (010) ; a^1 (101) ; e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.
[*mm	90°34′	$e^1\ e^1$ s. p.	120°33′
mh^1	135°17′	* $b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. a^1	127°22′
$m\ g^1$]	134°43′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. e^1	126°48′
$a^1\ a^1$ s. p.	120° 4′	$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. m.	101°53′

Faciès des cristaux. L'epsomite se présente en cristaux allongés suivant l'axe vertical et donnant parfois, dans les faces terminales, l'hémiédrie holoaxe (fig. 2). Plus souvent, elle constitue de longues aiguilles soyeuses, accolées en masses fibreuses ou seulement empilées les unes sur les autres; enfin elle forme des masses fibreuses, grenues ou stalactiformes.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), faciles suivant e^1 (011), très difficiles suivant *m* (110). Cassure conchoïdale.

Dureté. 2 à 2, 5.

Densité. 1,677 à 1,691.

Coloration et éclat. Incolore. Transparente à translucide.

Éclat vitreux, soyeux dans les fibres.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à *p* (001); bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), perpendiculaire au clivage g^1 (010).

$\mathbf{n}_g = 1{,}4608$ (D) (Dufet)
$\mathbf{n}_m = 1{,}4553$
$\mathbf{n}_p = 1{,}4321$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0287$
d'où $2V = 51°35'$, $2E = 78°18'$

Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à *p* (001).

D'après Dufet, l'epsomite possède le pouvoir rotatoire (*B. S. M.* XXVII, 162. 1904).

Saveur. Saveur amère.

Composition chimique. La formule $MgSO^4 + 7H^2O$ correspond à la composition donnée en *a*.

b) Analyse de l'epsomite de Peychagnard par M. Kuss (*B. S.* M. VII. 70. 1884).

	a	*b*
SO^3......	32,5	32,54
MgO......	16,3	16,66
H^2O......	51,2	50,80
	100,0	100,00

Essais pyrognostiques. Fond dans son eau de cristallisation. Dans le tube, donne de l'eau acide. Au chalumeau, fond, puis donne une masse alcaline infusible, qui, avec la solution d'azotate de cobalt, prend une coloration rose.

Très soluble dans l'eau.

Altérations. L'epsomite s'effleurit à l'air sec, devient blanche et opaque.

Diagnostic. L'epsomite se distingue des autres sulfates solubles par sa saveur, les réactions microchimiques du magnésium et l'absence de celles de l'aluminium (distinction avec la pickéringite).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'epsomite se rencontre dans les trois groupes de gisements suivants ; elle ne peut s'y maintenir que si elle est à l'abri des circulations d'eau, qui la font rapidement disparaître aux affleurements, par suite de sa grande solubilité.

1° Dans des dépôts marins et des dépôts de lacs salés.
2° Dans des dépôts de sources thermales.
3° Dans des gisements d'origine épigène.

1° *Dans des dépôts marins et des dépôts de lacs salés.*

Pyrénées. — *Landes et Basses-Pyrénées.* L'epsomite est assez abondante dans quelques bancs de sel gemme, exploités à Dax (*Landes*), et à Villefranche, près Bayonne (*Basses-Pyrénées*). Elle forme de petites masses grenues transparentes et sert de ciment à des cristaux ou à des grains de sel gemme.

La facilité avec laquelle l'epsomite s'altère à l'air permet de distinguer facilement cette roche complexe du sel normal, qui ne s'émiette pas comme elle. En dissolvant ce mélange naturel de sel gemme et d'epsomite et en le faisant recristalliser, j'ai obtenu des cristaux d'epsomite, implantés sur des trémies de chlorure de sodium et présentant des formes simples (fig. 2), avec parfois en outre les diverses formes énumérées plus haut.

Fig. 2. Epsomite obtenue par recristallisation.

Pyrénées-Orientales. Je dois à M. Didier la connaissance de nodules d'epsomite, qui se trouvent dans la grande carrière de gypse de Montbolo près Amélie-les-Bains ; ils sont à gros grains, transparents sous une faible épaisseur et offrent l'analogie la plus complète avec l'epsomite de Fitou. Cependant je place ce gisement ici, M. de Romeu ayant établi, après enquête sur place, que ces nodules entourés d'argile forment de petits amas lenticulaires interstratifiés dans les marnes intragypseuses : on y a parfois trouvé des géodes de beaux cristaux.

Jura. — *Jura.* Des sondages effectués à Montmorot et à Grozon ont ramené jadis des masses fibreuses d'epsomite associées à du gypse.

Diois. — *Drôme*. Des efflorescences d'epsomite et de halite se trouvent sur le gypse et les marnes du ravin du Rouet, près Condorcet.

Soudan. — *Région du Tchad*. Quelques échantillons de sel gemme rapportés par la mission Chari-Tchad du Nord-Est du lac Tchad sont riches en epsomite; ils se couvrent d'une couche blanche pulvérulente, quand on les maintient dans une atmosphère sèche. Cette epsomite provient de l'évaporation de mares salées; elle paraît être assez fréquente dans toute l'Afrique centrale, mais seulement à l'état de mélange avec d'autres sels.

2° *Dans les produits de sources thermales.*

Le sulfate de magnésium se rencontre en petite quantité dans l'eau des sources chlorurées sodiques, dont beaucoup doivent leur minéralisation au lavage de gisements de la catégorie précédente ; la teneur en sulfate de magnésium des sources françaises est en général peu élevée, cependant, la source Bagan à Salies-de-Béarn (*Basses-Pyrénées*) en renferme 3 gr. 57 par litre, et à l'Ouest de Balaruc (*Hérault*), la source de Cruzy n'en contient pas moins de 88 gr. par litre. Cette richesse explique les deux gisements suivants.

Corbières. — *Hérault*. M. de Rouville a indiqué (*C. R.* LXXXVII. 703. 1878) l'existence de cristaux d'epsomite : m (110), h^1 (100), g^1 (010), e^2 (011), a^2 (102), sur les parois du gypse triasique de l'Hérault, sans indication plus précise de gisement. La forme a^2 n'est pas connue dans l'epsomite, mais par contre le dôme a^1 (101) y est fréquent. Comme le travail de de Rouville ne renferme pas de mesures (j'ai cru y reconnaître les formes suivantes, dit-il), il y a lieu de supposer que c'est a^1 qu'il faut lire.

D'après une indication que m'a donnée M. Delage, élève et successeur de de Rouville, le gisement précis se trouve au voisinage de la source de Cruzy, dont il vient d'être question. L'epsomite s'y produit par suite de suintements sur les parois de la carrière, suintements fournissant par leur évaporation des cristaux, qui recouvrent jusqu'aux outils des ouvriers.

Aude. L'epsomite a été rencontrée jadis dans le gypse de Fitou (Bouis. L'*Institut*. 1846. 72). Comme d'après cet auteur, elle a été trouvée en filonnets de 0 m. 7 à 0 m. 8, coupant la stratification du gypse, il est vraisemblable qu'elle est le résultat d'un dépôt de source ther-

male, et que son mode de formation est différent de celui de l'epsomite de Montbolo. Cette epsomite forme de belles masses incolores et translucides, finement grenues ou fibreuses. J'ai prié M. Arsandaux d'effectuer un dosage d'eau, l'ancienne analyse de Bouis en indiquant 48,32 °/₀, nombre plus rapproché de celui correspondant à l'hydrate 6 H^2O (47, 3 °/₀) que de celui propre à l'epsomite. La perte au feu à 300° a été trouvée de 49,65 °/₀, ce qui est un peu faible pour l'epsomite, mais ne laisse pas de doute sur la détermination du minéral, qui, d'ailleurs, possède exactement la même densité que l'epsomite artificielle.

3° *Dans les gisements d'origine épigène.*

Il y a lieu de considérer deux types dans ce genre de gisement. L'un est réalisé dans les galeries de mines et particulièrement dans celles de houille ; l'epsomite y forme souvent des masses assez considérables, des stalactites ; elle résulte de l'action des produits de la décomposition des pyrites sur la dolomite, qui existe généralement dans les mêmes gisements. J'ai observé à plusieurs reprises dans des collections la production de ce minéral, effectuée par ce procédé aux dépens d'échantillons de dolomite renfermant de la pyrite en voie d'altération.

Dans le second genre de gisement, la pyrite n'est souvent pas apparente et il est probable qu'au moins dans un grand nombre de cas, l'epsomite résulte de l'action d'eau séléniteuse sur des sédiments dolomitiques; elle forme de petites aiguilles capillaires, que l'on rencontre notamment dans certaines grottes.

a) *Dans les galeries de mines.*

Normandie. — *Calvados.* Des efflorescences d'epsomite ont été observées sur des argiles ferrugineuses de la mine de houille de Littry.

Cévennes. — *Gard.* Une vieille galerie de mine abandonnée (Pieyre de Mandiargue) des environs de Durfort a fourni, il y a quelques années, de jolies stalactites blanches translucides d'epsomite, associées à des stalactites de mélantérite. Le même minéral a été trouvé autrefois à Saint-Félix-de-Pallières.

Plateau Central. — *Ardèche.* J'ai observé des stalactites et des masses concrétionnées d'epsomite, parfois recouvertes d'alunogène provenant de la mine de Chastagnères, près Prades.

Haute-Loire. Elle se trouve dans la mine de Grosménil.

Rhône. L'epsomite se rencontre dans les mines de Sain-Bel dans des galeries à température constante, traversant des schistes blancs séricíteux imprégnés de pyrite : elle se présente sous trois aspects différents : 1° en longues aiguilles soyeuses, non agrégées, pouvant atteindre 6 ou 7 centimètres de longueur ; 2° en croûtes fibreuses à fibres transparentes parallèles interrompues, plus courtes ; 3° en concrétions blanches, plus ou moins opaques, formées de fort petites aiguilles enchevêtrées.

Saône-et-Loire. L'epsomite se rencontre dans les galeries de la mine de Montchanin en beaux échantillons, possédant des formes variées : stalactites, aiguilles soyeuses, flexibles et longues de 5 cm. n'adhérant pas les unes aux autres, enfin, en masses cristallines concrétionnées recouvertes d'halotrichite.

Vosges. — *Vosges*. Dans la mine de Ronchamp.

Alpes. — *Isère*. L'epsomite a été rencontrée dans une ancienne galerie de mine d'anthracite de Peychagnard sous forme de masses grenues incolores ou jaunâtres, de 10 à 15 cm. d'épaisseur, au milieu desquelles M. Kuss a trouvé (*B.S.M.* VII. 70. 1884) des cristaux incolores et transparents, atteignant 6 cm. de longueur; seules les faces de la zone verticale (m, h^1, g^1) sont nettes : les cristaux sont parfois rendus opaques par un peu de gypse. Les eaux qui circulent dans la mine renferment du sulfate de magnésium et de calcium.

b) *Dans les houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire*. Il existe dans la Loire un gisement d'epsomite un peu différent des précédents. Il se trouve dans les déblais de la mine de houille de Montcel ; les vapeurs sulfuriques, produites par le grillage naturel des pyrites, ont transformé les schistes magnésiens en une masse finement grenue d'epsomite, dans laquelle on distingue encore, grâce à leur couleur (rouge), la structure originelle des fragments de roches transformées.

c) *Dans les fentes de roches diverses.*

Bassin de Paris. — *Seine*. L'epsomite, en fibres contournées, semblables à celles de la figure 38, se rencontre parfois dans les fentes

des marnes magnésiennes des assises gypseuses des environs de Paris ; elle ne peut être observée que dans les carrières souterraines, où le minéral est à l'abri des eaux pluviales. Elle a été découverte à Montmartre à la fin du XVIIIe siècle par Rouelle fils et décrite pour la première fois par J. Armet (*J.P.* C. I. 476. 1792. et Haüy. *Bull. soc. philom.* 140. 1798). La collection du Muséum en renferme des échantillons recueillis au commencement du siècle dernier à Ménilmontant.

Alpes. — *Savoie.* Les schistes magnésiens des bords du torrent de Charbonnel près Montvalezan-sur-Bellentre présentent des efflorescences d'epsomite ; Lelièvre a signalé (*J.M.* XX. 492. 1806) qu'un échantillon, étudié par lui, a fourni après calcination et lavage 20 °/₀ de ce sel.

Jura. — *Doubs.* M. Fournier m'a signalé l'existence de l'epsomite dans la grotte des Caveaux à Montrond, avec gypse en fibres courbes.

Nouvelle-Calédonie. — Le sulfate de magnésium existe en dissolution dans l'eau de beaucoup de rivières coulant dans la région serpentineuse. L'epsomite se produit, sous forme de fines aiguilles, là où l'évaporation de ces eaux est active. La collection du Muséum en possède un échantillon (longues fibres) venant de Koé, sur les bords de la Dumbéa.

Antilles. — *Guadeloupe.* La collection du Muséum renferme un échantillon d'epsomite, en longues aiguilles capillaires, provenant de la rivière du Galion. Je n'ai pas de renseignements précis sur le gisement de ce minéral, qui ne peut provenir que d'une roche volcanique [1] ou d'un tuf. Il appartient probablement au groupe de gisements étudiés ici, car il n'existe pas de sources thermales dans cette région de l'île et les fumerolles en activité à la Soufrière ne fournissent pas ce minéral.

GOSLARITE

$ZnSO^4 + 7H^2O$

Orthorhombique ; hémiédrique holoaxe, $mm = 91°7'$.

$b : h = 1000 : 402{,}03$ D $= 713{,}95$ d $= 700{,}19$.

[$a : b : c = 0{,}9807 : 1 : 0{,}5631$. (Brooke)]

1. L'epsomite se forme parfois sous l'action de fumerolles volcaniques. J'ai trouvé (C. R. CXXIV. 513. 1897) à Kolantsiky dans l'isthme de Corinthe (Grèce), de l'epsomite ferrifère dans une serpentine décomposée par une fumerolle sulfhydrique, voisine d'une rhyolite.

Formes observées. — La goslarite se présente d'ordinaire en cristaux aciculaires, ou en masses compactes ou stalactiformes.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Dureté. 2 à 2, 5. Fragile.

Densité. 1, 9 à 2, 1.

Coloration et éclat. Incolore, jaune verdâtre (*ferrogoslarite*), rougeâtre, bleuâtre (*cuprogoslarite*). Transparente à translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), perpendiculaire au clivage g^1 (010). Dispersion $\rho < v$, faible.

$\mathbf{n}_g = 1,4836$ (D) (Topsoe et Christiansen).
$\mathbf{n}_m = 1,4801$
$\mathbf{n}_p = 1,4568$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0268$
d'où $2V = 46°14'$ et $2E = 71°3'$

Saveur. Saveur métallique et astringente.

Composition chimique. La formule $ZnSO^4$ correspond à la composition centésimale suivante; une petite quantité de zinc peut être remplacée par du magnésium, par du fer (*ferrogoslarite*), par du cuivre (*cuprogoslarite*).

SO^3......	27,9
ZnO.....	28,2
H^2O.....	43,9
	100,0

La ferrogoslarite de Sain-Bel renferme jusqu'à 1,7 °/₀ de FeO, 2, 2 de MgO, d'après essai de M. Arsandaux : il existe aussi un peu de CuO.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Au chalumeau, sur le charbon donne avec le carbonate de sodium, l'auréole caractéristique du zinc, devenant verte par addition d'azotate de cobalt après chauffage; la ferrogoslarite donne en outre les réactions du fer et la cuprogoslarite celles du cuivre. Très soluble dans l'eau.

Diagnostic. Les réactions du zinc sont distinctives de tous les autres sulfates solubles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le sulfate de zinc se trouve en dissolution dans les eaux des mines renfermant la blende comme minerai principal ou accessoire.

Plateau Central. — *Rhône.* Des efflorescences de goslarite ont

été trouvées jadis, mélangées à de la mélantérite et à de la chalcantite dans les anciennes galeries des mines de Chessy.

La mine de pyrite de Sain-Bel fournit actuellement de jolies stalactites translucides incolores, jaunes ou verdâtres : elles ont généralement la surface lisse et se distinguent en outre de celles de mélantérite du même gisement dont la surface est souvent hérissée de facettes cristallines ; au point de vue chimique le minéral de ce gisement est remarquable par sa teneur en magnésium, en fer, en cuivre, qui la font osciller vers la *cuprogoslarite* et la *ferrogoslarite*.

Algérie. — *Constantine*. La goslarite se rencontre dans les mines de zinc de cette région, notamment dans le massif de Tablat, à Aïn Barbar, Kef Oum Theboul, Taghet (Dusser. *A. M.* XVII. 40. 1910).

Gisement improbable.

Lot. Blavier a signalé (*J. M.* XIX. 255. 1806) d'abondantes croûtes fibreuses de sulfate de zinc dans les fentes des schistes des deux rives du Lot, de Saint-Laurent à Capdenac. Il semble probable qu'il y a eu erreur de détermination (halotrichite ou l'alunogène ?)

MORÉNOSITE

$NiSO^4 + 7H^2O$

Orthorhombique : hémiédrique holoaxe : $mm = 91° 4'$.

$b : h = 1000 : 403,58$ $D = 713,63$ $d = 700,58$

[$a : b : c = 0,9816 : 1 : 0,5655$. (Marignac)].

Faciès. La morénosite forme de petites aiguilles allongées suivant l'axe vertical ou plus souvent des efflorescences cristallines concrétionnées.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 2,004.

Coloration et éclat. Blanche, verte, de nuance claire dans les efflorescences et les petits cristaux ; vert pomme dans les cristaux épais. Poussière blanche, avec une teinte verdâtre. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaire au clivage g^1 (010). Forte dispersion $\rho > v$.

n_g = 1,4921 (D). (Topsoe et Christiansen).
n_m = 1,4888
n_p = 1,4669
$n_g - n_p$ = 0,0252
d'où 2V = 41°56' et 2E 64°22'.

Saveur. Saveur métallique et astringente.

Composition chimique. La formule $NiSO^4+7H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante :

SO^3......	28,5
NiO......	26,6
H^2O......	44,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau acide, durcit et devient opaque ; au chalumeau, gonfle et se transforme en oxyde de nickel ; avec le borax et le sel de phosphore, donne les réactions du nickel.

Diagnostic. Les réactions du nickel font distinguer ce minéral de tous les autres sulfates solubles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La morénosite est un produit de l'altération des sulfures et des sulfo-arséniures de nickel.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Ce minéral forme des enduits et de petites aiguilles, d'un blanc verdâtre, sur un échantillon riche en gersdorffite et pyrite, de Juset, que possède la collection du Muséum.

Algérie. — *Alger*. J'ai constaté la présence du même minéral sur un échantillon de gersdorffite de Mouzaïa ; il est d'un vert plus foncé que celui de l'échantillon précédent.

GROUPE DE LA MÉLANTÉRITE

Les minéraux du groupe de la mélantérite sont monocliniques et isomorphes ; ce sont les espèces suivantes :

Mélantérite	$FeSO^4+7H^2O$
**Mallardite*	$MnSO^4+7H^2O$
Pisanite	$(Fe,Cu)SO^4+7H^2O$
Boothite.........	$CuSO^4+7H^2O$
Biébérite.......	$CoSO^4+7H^2O$

MÉLANTÉRITE

$FeSO^4 + 7H^2O$

Orthorhombique : $mm = 82°12'$.

$b : h = 1000 : 1444.70$ $D = 936,60$ $d = 1107,50$

Angle plan de $p = 80°25'24''$

— $m = 103°20'12''$

[$a : b : c = 1,1828 : 1 : 1,5427$, (Zepharovich)
$zx = 75°44'30''$]

Formes observées. p (001) ; m (110), g^1 (010) ; o^3 (103), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) ; e^3 (013), e^1 (011) ; $d^{1/2}$ (111).

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Sain-Bel.

	Angles calculés.	Angles mesurés
$^*mm$	82°12′	82°20′
mg^1	131° 6′	
po^3	159° 7′	
po^1	136°16′	136°10′
ph^1	104°1′30″	
pa^1 s. h^1	61°46′	61°40′
pe^3	153°30′30″	
$^*pe^1$	123°46′30″	123°40′
pg^1	90°	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*pd^{1/2}$	124°0′30″	
pm	99°19′	99°29′
$d^{1/2}e^1$	146°50′30″	
e^1m	135°45′30″	135°49′
o^1m	123°53′	123°50′
e^1o^1	113°41′	

Faciès. Les cristaux, faciles à obtenir par cristallisation de la solution de ce minéral, sont rares dans la nature ; ils sont d'ordinaire peu allongés suivant l'axe vertical et présentent le plus souvent l'aspect de la figure 2. La mélantérite se rencontre plus souvent sous forme de masses fibreuses ou pulvérulentes, de concrétions, de stalactites, parfois de très fines aiguilles. Les stalactites sont souvent formées par un petit nombre de gros cristaux et elles sont, dans ce cas, translucides.

Clivages. Clivage, parfait suivant p (001), faciles suivant m (110).

Dureté. 2.

Densité. 1,89 à 1,90.

Coloration et éclat. Les très petites aiguilles sont généralement incolores : dès que les cristaux sont un peu gros, ils deviennent verts de diverses nuances. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n_g}$), faisant dans g^1 un angle de 61° avec h^1 (100) dans l'angle obtus de ph^1. Dispersion inclinée faible, avec dispersion $\rho > v$.

Fig. 2.
Plan des axes parallèle à g^1 (010).

$$\mathbf{n_g} = 1{,}4856 \text{ (Na) (Erofejeff.)}$$
$$\mathbf{n_m} = 1{,}4782$$
$$\mathbf{n_p} = 1{,}4713$$
$$\mathbf{n_g} - \mathbf{n_p} = 0{,}0143$$
$$2V = 88°48'$$

Saveur. Saveur métallique et styptique.

Composition chimique. La formule $FeSO^4 + 7H^2O$ correspond à la composition donnée ci-contre. Une petite quantité de fer peut être remplacée par du magnésium, du manganèse (*luckite*), du zinc, du cuivre (voir à *pisanite*).

SO^3......	28,8
FeO......	25,9
H^2O......	45,3
	100.0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube, puis, à température plus élevée, perd son acide sulfurique et se transforme en sesquioxyde de fer brun rouge. Au chalumeau, sur le charbon, le minéral brunit, noircit et se transforme en oxyde magnétique noir.

Soluble dans deux fois son poids d'eau.

Altérations. Exposée à l'air, la mélantérite devient superficiellement jaune par suite de son oxydation.

Cette transformation a une grande importance dans la nature, car elle se produit en grand, partout où la pyrite s'oxyde par suite de sa décomposition à l'air libre, ou dans les galeries de mines : elle donne ainsi naissance à la fois à de la mélantérite et à de l'acide sulfurique (voir tome II, p. 577). Dans de nombreux gisements, il est possible de suivre tous les passages entre la mélantérite intacte et ces concrétions stalactiformes jaunes, désignées sous le nom de *beurre de montagne*, et qui sont constituées en partie par des mélanges de copiapite, d'halotrichite, d'alunogène, etc. ou quelquefois par de la copiapite presque pure.

Lefort a décrit (*C. R.* LV. 919. 1862) des enduits jaunâtres friables concrétionnés, trouvés à la surface d'un tuf rhyolitique au voisinage des sources de la Bourboule (*Puy-de-Dôme*). Les trois analyses suivantes ont été données par ce chimiste :

SO^3	38,04	37,55	35,22
Fe^2O^3	5,08	8,71	8,25
FeO	16,08	13,83	12,99
H^2O	40.80	39,91	43,54
	100,00	100,00	100,00

Ce ne sont pas ces produits que Lefort a désignés sous le nom de *bourboulite*, mais un sulfate en enduits bleus, associé à ces derniers ; il le considérait, à cause de cette couleur, comme analogue à un sulfate FeO $3SO^3$, Fe^2O^3, $2SO^3$, préparé par Bareswill, en traitant par l'acide sulfurique une solution concentrée des deux sulfates en proportions convenables, mais aucune analyse n'a été donnée à l'appui de cette hypothèse.

La collection du Muséum possède les échantillons originaux de Lefort. Ils ne constituent pas un minéral homogène et sont très analogues aux croûtes jaunes d'Issy résultant de l'oxydation incomplète de la mélantérite. Quant à la substance bleue, elle ne paraît guère différer que par sa couleur (plus grande richesse en mélantérite) du minéral jaune, auquel elle passe insensiblement.

Diagnostic. Parmi les sulfates solubles, la mélantérite se distingue aisément par sa saveur et les réactions du fer, qu'elle donne par la voie humide. Quand ce minéral se présente en petites aiguilles incolores, des essais chimiques permettent de constater l'absence du magnésium et de l'aluminium, fournissant ainsi un bon diagnostic différentiel avec l'epsomite et l'halotrichite, qui l'accompagnent souvent. (Voir à *pisanite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mélantérite résulte de la décomposition des pyrites (pyrite et marcasite), aussi se rencontre-t-elle partout où existent ces minéraux. Mais par suite de sa grande solubilité dans l'eau, elle disparaît aux affleurements et ne peut être observée que dans des conditions toutes spéciales. J'indiquerai seulement quelques gisements, comme exemple, parmi ceux fournissant ou ayant fourni la mélantérite en grande quantité.

1° *Dans les filons métallifères.*

L'abondance de la pyrite dans les gisements métallifères les plus variés explique la fréquence de la mélantérite dans les galeries de mines ; elle s'y trouve à l'état de dissolution dans leurs eaux (eaux vitrioliques) et se dépose sur les parois des galeries peu aérées et à température constante, sous la forme de concrétions ou parfois de stalactites remarquablement belles, de couleur verte. Ces stalactites sont souvent grenues et fibreuses, mais le plus généralement, malgré leur irrégularité de formes extérieures, elles ne constituent qu'un petit nombre d'individus cristallins ou même un seul.

Il faudrait citer en premier lieu tous les filons de pyrite et beaucoup de ceux de chalcopyrite. Voici quelques gisements particulièrement riches à cet égard :

Bretagne. — *Finistère.* M. de Brun m'a signalé que de beaux cristaux de mélantérite ont été trouvés à la mine de la Touche ; mal conservés, ils ont été malheureusement perdus avant d'avoir pu être étudiés.

Cévennes. — *Gard.* Jolies stalactites, associées à d'autres constituées par de l'epsomite dans une vieille galerie de Pieyre de Mandiargue près Durfort. Aux Malines, il existe une mélantérite de couleur claire, qui est un peu zincifère.

Les gisements de Saint-Julien-de-Valgalgues, de Saint-Félix-de-Pallières, du Devès à Bessèges, ont fourni ou fournissent de beaux échantillons de mélantérite. La pyrite y a été exploitée activement jusqu'au commencement du XIXe siècle pour la fabrication de la couperose, dont Alais était le centre.

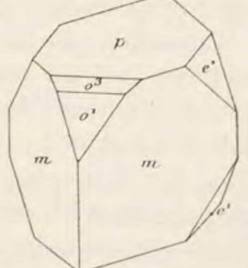


Fig. 1.
Mélantérite. Forme commune.

Plateau Central. — *Ardèche.* Soyons, dans le gisement de pyrite.

Rhône. La mine de Chessy a fourni autrefois en abondance la mélantérite généralement cuprifère.

A Sain-Bel, dans le gisement de pyrite un peu cuprifère, la mélantérite est abondante en belles et grosses stalactites, ou en croûtes, qui se rencontrent particulièrement dans les galeries à température constante.

J'ai étudié des stalactites d'un vert très pâle, à surface unie ou marbrées de facettes cristallines provenant de ce gisement ; elles sont constituées par l'enchevêtrement d'un petit nombre de cristaux. D'autres, également de couleur claire, ne sont plus translucides, comme les précédentes ; elles ont une surface poreuse et résultent de l'enchevêtrement de très nombreux petits cristaux.

D'autres types sont d'un vert sombre : à leur surface se voient de larges faces cristallines, parmi lesquelles dominent *m* (110), *p* (001), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) ; ce sont en général des types cuprifères, de passage à la pisanite, minéral qui se trouve aussi dans ce gisement, ainsi que la boothite, la goslarite et l'epsomite.

En brisant quelques-unes des stalactites du type vert clair, j'ai pu dégager des cristaux nets, se rapprochant de la forme représentée par la figure 2 (empruntée à M. Groth) : les uns n'ont que les formes représentées sur cette figure : *p*, *m*, o^3 (103), o^1 (101), e^1 (011), les autres présentent encore e^3 (013), $d^{1/2}$ (111).

Les échantillons d'un vert clair renferment une quantité de magnésium, qui peut atteindre 3 à 4 °/₀.

Vosges. — [*Alsace*]. Framont.

2° *Dans les roches pyriteuses et en particulier dans les roches sédimentaires.*

Tous les gisements dans lesquels existe la pyrite renferment occasionnellement de la mélantérite, qui est d'ordinaire enlevée par les eaux pluviales aux affleurements. Il ne saurait être question même de citer des gisements particuliers.

Cependant une mention est nécessaire pour les gisements de lignites pyriteux, qui ont été longtemps exploités dans certaines régions françaises (cendrières de l'*Aisne* et de l'*Oise*, etc.) pour l'extraction du sulfate de fer et des sulfates produits par les réactions complexes des produits de décomposition de la pyrite sur les roches servant de gangue. Dans les exploitations, on a recueilli parfois des cristaux ou des masses cristallines vertes de mélantérite ; on peut citer en particulier à ce point de vue les lignites d'Orignac (*Hautes-Pyrénées*).

La mélantérite est très fréquente dans les galeries des mines de houille où elle est préservée contre une dissolution postérieure ; elle y forme souvent de beaux échantillons, se présentant d'ordinaire en agré-

gats de cristaux blancs ou d'un vert pâle, qui sont rarement assez gros pour présenter la coloration vert vif des stalactites épaisses des gisements métallifères ; ce minéral y est fréquemment associé à de l'halotrichite et à de l'epsomite.

Plateau Central. — *Aveyron*. Dans d'anciennes galeries de Saint-Georges de Luzençon (Lavenças) près d'Aubin ; dans les houillères embrasées de Lassalle ; dans ces divers gisements, il existe également de l'alunogène.

Ardèche. A Chastagnères en Prades, la mélantérite forme de jolies stalactites et des masses cristallines caverneuses recouvertes d'halotrichite fibreuse.

Alpes. — *Isère*. C'est sous la même forme que la mélantérite a été trouvée dans une vieille galerie des mines de Lamure, voisine d'un ancien incendie souterrain. Elle remplit les cavités d'énormes concrétions mamelonnées d'alunogène. Il semble probable, d'après la forme des échantillons que j'ai étudiés, que la mélantérite a été formée en premier lieu. Le même minéral se trouve à Peychagnard.

BOOTHITE

$CuSO^4 + 7H^2O$

Monoclinique : $mm = 81°26'$

$b : h = 1000 : 978{,}42 \quad D = 652{,}28 \quad d = 758{,}11$

Angle plan de $p = 76°47'$

— $m = 101°45'$

[$a : b : c = 1{,}1622 : 1 : 1{,}500$ (Schaller)
$zx = 74°24'$]

Facies. La boothite forme des masses cristallines grenues ou fibreuses et des stalactites.

Clivages. Clivage net suivant p (001).

Dureté. 2 à 2,5.

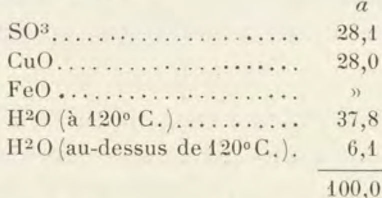
Densité. 1,93 (Sain-Bel) à 1,94.

Coloration et éclat. Comme la chalcanthite, mais d'un bleu un peu moins foncé.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Dans cette face, $\mathbf{n_g}$ est presque parallèle à la trace du clivage p (001) et par suite la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n_p}$) est très sensiblement perpendiculaire à celui-ci.

Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $CuSO^4 + 7\ H^2O$ est donnée en *a*. Il semble que cette formule serait plus exactement écrite $CuSO^4 . H^2O + 6\ H^2O$, l'une des molécules d'eau ne partant qu'au delà de 120°.



	a
SO^3	28,1
CuO	28,0
FeO	»
H^2O (à 120° C.)	37,8
H^2O (au-dessus de 120° C.)	6,1
	100,0

A Sain-Bel, il existe toujours une petite quantité de fer et j'ai observé des passages progressifs à la pisanite, dont l'analyse est donnée page 229.

Propriétés pyrognostiques. Comme chalcanthite.

Diagnostic. Se distingue de la chalcanthite par sa densité, par sa teneur en eau plus faible et par les propriétés optiques de son clivage facile; de la pisanite, par sa teneur en fer élevée et parfois par sa couleur plus franchement bleue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La boothite est un produit d'altération des sulfures cuprifères; elle a été décrite par M. Schaller (*Bull. Geol. Univ. California*, III, 207. 1903) d'après des échantillons provenant de Californie. Je l'ai observée parmi les minéraux du gisement suivant.

Plateau Central. — *Rhône.* Certaines des stalactites bleu foncé, que l'on trouve parfois dans les galeries de la mine de pyrite cuprifère de Sain-Bel, présentent toutes les propriétés qui sont données plus haut. Mon attention a été appelée sur elles par la netteté du clivage basique et par ses propriétés. Ces stalactites sont translucides, à surface noduleuse, parfois formées par un seul cristal; elles restent bleues par exposition à l'air, à l'inverse des stalactites de mélantérite ferrifère qui les accompagnent et qui s'altèrent rapidement.

PISANITE

$(Fe, Cu) SO^4 + 7H^2O$

La pisanite est un mélange isomorphe de mélantérite et de boothite. Des Cloizeaux a donné les paramètres suivants pour une pisanite renfermant 10.98 °/₀ de FeO, 15,56°/₀ de CuO avec 43,56°/₀ d'eau.

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1,1609 : 1 : 1,5110 \\ zx = 74°38' \end{array}\right]$$

La couleur de la pisanite se rapproche soit de celle de la mélantérite, soit de celle de la boothite, suivant que c'est le fer ou le cuivre, qui y domine. La densité est aussi intermédiaire entre ces deux minéraux.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par M. Arsandaux sur un échantillon très cuprifère, d'un bleu foncé, de pisanite de Sain-Bel.

SO^3	28,8
CuO	19,2
FeO	8,5
H^2O	44,9
	101,4

Altérations. A l'air humide, les types de pisanite riches en fer se couvrent rapidement d'une couche d'oxydation ocreuse.

Diagnostic. La solution dans l'eau après oxydation par l'acide azotique, donne avec l'ammoniaque un précipité d'hydrate d'oxyde de fer et se colore en bleu.

Plateau Central. — *Rhône.* J'ai rencontré la pisanite parmi les stalactites recueillies dans les galeries de la mine de Sain-Bel. Elle y accompagne celles de boothite décrites plus haut. La composition de ces stalactites est variable ; leur couleur oscille entre le bleu vert foncé (densité de 1,90) jusqu'au vert clair (densité 1,85) pour des échantillons qui sont constitués par de la mélantérite peu cuprifère. Les premières (analyse *a*) ont une surface lisse et sont formées par un petit nombre d'individus cristallins fortement translucides, les autres sont très poreuses et constituées par un grand nombre de cristaux enchevêtrés. Le même minéral se formait jadis dans les galeries de Chessy.

BIÉBÉRITE

$CoSO^4 + 7H^2O$

Monoclinique. $mm = 82^\circ 22'$.

$b : h : = 1000 : 1432{,}50 \quad D = 934{,}59 \quad d = 1104{,}20$

Angle plan de $p = 80^\circ 29' 14''$

— $m = 106^\circ 14' 33''$

[$a : b : c = 1{,}1815 : 1 : 1{,}5325$ (Marignac)
$zx = 75^\circ 19' 45''$]

Formes observées. Je n'ai rencontré ce minéral que sous forme de petits cristaux indistincts et de masses concrétionnées.

Clivages suivant p (001) et m (110).

Dureté. 2.

Densité. 1, 95.

Coloration et éclat. Rose chair à rose vif. Poussière blanche, blanc rosé ou rose. Translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Même schéma optique que pour la mélantérite.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes roses.

Saveur. Saveur astringente.

Composition chimique. La formule $CoSO^4 + 7H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3	28,5
CoO	26,6
H^2O	44,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et, à une température élevée, de l'acide sulfureux. Fournit les réactions du cobalt (perle bleue avec le borax).

Soluble dans l'eau.

Diagnostic. La coloration rose et les réactions du cobalt ne sont partagées par aucun autre sulfate soluble.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le sulfate de cobalt est un produit d'altération des minéraux sulfurés de cobalt, mais il ne se présente que rarement sous une forme minéralogique distincte.

Alpes. — *Isère.* J'ai rencontré la biébérite incrustant un échantillon très fissuré de cobaltite de la mine des Chalanches.

CHALCANTHITE

CYANOSE

$CuSO^4 + 7H^2O$.

Triclinique : $mt = 122°44'$.

$b : c : h = 1000 : 833{,}31 : 443{,}76$ $D = 798{,}99$ $d = 457{,}10$

Angle plan de p = 121° 1′
— m = 91°42′
— t = 104°11′

[$a : b : c = 0{,}5721 : 1 : 0{,}5554$ (Backer)]
[$yz = 82°5'$ $zx = 107°8$ $yx = 102°4'$]

Formes observées. $m(1\bar{1}0)$, t (110), h^1 (100), g^1 (010), ^2g $(1\bar{3}0)$, : i (011), $i^{1/2}$ (021), e^1 $(0\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(0\bar{2}1)$; $c^{1/2}$ $(1\bar{1}\bar{1})$; $\sigma = (b^1 d^{1/3} g^1)$ $(12\bar{1})$, $x = (c^1 f^{1/3} g^1)$ $(\bar{1}21)$.

	Angles calculés.		Angles calculés.
mt	122°44′	$tc^{1/2}$	107°58′
*h^1g^1	100°54′	$ti^{1/2}$	126°29′
*h^1t	153°53′	$h^1i^{1/2}$	109°45′
$^2gh^1$	112°56′	h^1x	110°41′
ph^1	106° 7′	h^1e^1	97°54′
pg^1	85°31′	$h^1e^{1/2}$	92°33′
$e^{1/2}g^1$	139°24′	$h^1\sigma$	120°55′
*e^1i^1	123° 1′	me^1	114°43′
*i^1g^1	115° 3′	$me^{1/2}$	116°19′
$i^{1/2}g^1$	135°21′	$mc^{1/2}$	127°25′
$pc^{1/2}$	124°59′	mx	129°58′
*h^1i^1	110° 1′	$g^1\sigma$	139°11′
$h^1c^{1/2}$	120°30′30″	$g^1c^{1/2}$	103°28′
		g^1x	125°11′

Faciès des cristaux. La chalcanthite est toujours cristallisée ; les cristaux distincts ont la forme de ceux que l'on obtient dans les laboratoires (fig. 1 et 2) ; ils présentent la zone verticale bien développée, ainsi que $c^{1/2}$ $(1\bar{1}\bar{1})$, suivant lequel ils sont parfois plus ou moins aplatis. La chalcanthite forme aussi des masses grenues, stalactiformes, fibreuses.

Clivages. Clivages imparfaits suivant *t* (110), *m* $(1\bar{1}0)$.

Dureté. 2, 5. Fragile.

Densité. 2,12 à 2,30.

Coloration et éclat. Bleu de Prusse à bleu de ciel, avec parfois une teinte verdâtre. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) ; elle fait un angle d'environ 136° avec la normale à *t*, de 82° avec la normale à *m*, et 107° avec la normale à $c^{1/2}$.

Dispersion tournante, associée à forte dispersion inclinée et à faible dispersion des axes, $\rho < v$.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}54345 \text{ (raie D) (Lavenir).}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}53684$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}51408$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}02937$$
$$2V = 56° \text{ et } 2E = 93°$$

Saveur. Saveur métallique caractéristique et désagréable.

Composition chimique. La formule $CuSO^4 + 7H^2O$ correspond à la composition suivante : il existe généralement en outre une petite quantité de fer.

SO^3	32,1
CuO	31,8
H^2O	36,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne de l'eau et à plus haute température de l'acide sulfurique. Sur le charbon, avec le carbonate de sodium est réduite en cuivre métallique. Colore la flamme en vert.

Soluble dans l'eau ; une lame de fer, placée dans la solution se recouvre immédiatement d'un enduit de cuivre métallique. L'addition d'ammoniaque dans la solution de sulfate de cuivre donne une magnifique coloration bleue.

Altérations. Exposée à l'air, la chalcanthite se déshydrate et se recouvre d'un enduit opalescent verdâtre, à surface lisse.

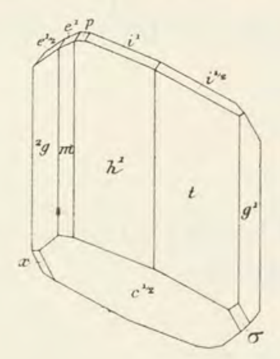
Diagnostic. La couleur et la saveur constituent le meilleur caractère distinctif de la chalcanthite, que ses réactions chimiques ne permettent pas de confondre avec un autre minéral. La teneur en eau, la densité et les propriétés optiques permettent d'établir le diagnostic différentiel avec la boothite.

L'absence de précipité d'oxyde de fer par l'ammoniaque dans la solution aqueuse établit la distinction avec la *pisanite*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS.

La chalcanthite résulte de la décomposition des minéraux sulfurés cuprifères ; elle se rencontre partout où existent ceux-ci. Elle est parfois asssociée aux sulfates solubles de fer. Un gisement français se recommande par les beaux échantillons qu'il a fournis jadis.

Plateau Central. — *Rhône.* La mine de Chessy, lors de son



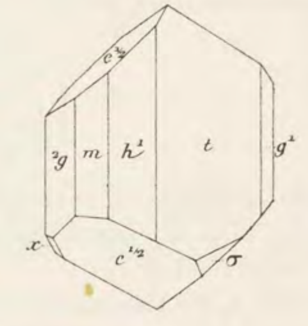


Fig. 1 et 2.
Chalcanthite. Formes communes.

exploitation, contenait de magnifiques échantillons de chalcanthite cristallisée ou stalactiforme qui tapissaient les fissures des galeries ou pendaient des boisages de celles-ci. Les échantillons que j'ai étudiés sont en général cristallisés et implantés avec du gypse sur un schiste pyriteux ; ils englobent parfois de la pyrite.

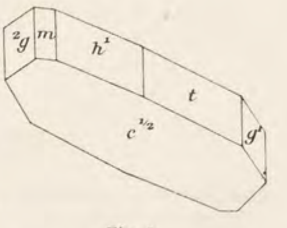


Fig. 3.
Chalcanthite de Chessy.

Beaucoup de ces cristaux se rapportent au type obtenu par cristallisation d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre (fig. 1 et 2 d'après M. Groth). Dans quelques cas, ils sont réduits aux faces prisma-

tiques et à $c^{1/2}(1\bar{1}\bar{1})$ suivant lequel ils sont aplatis (fig. 3), avec parfois allongement suivant une arête $c^{1/2}\,h^1$ ou $c^{1/2}\,t$.

Vosges. — [*Alsace*]. La mine de Framont a fourni jadis de jolis échantillons de ce minéral.

Saône-et-Loire. La chalcanthite en petits cristaux a été trouvée dans une vieille galerie de la mine de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

ALUNOGÈNE

$Al^2\,(SO^4)^3 + 16\,HO^2$

Monoclinique.

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c : = 1 : ? : 0{,}825 \text{ (Becke).} \\ zx = 97^\circ 34' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001); h^1 (100), g^1 (010); o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$).

Angles calculés.

po^1	143°34′
ph^1	97°34′
pa^1	137°26′
o^1h^1	134° 0′

Faciès. L'alunogène se trouve en petites lamelles aplaties suivant g^1 (010), ou bien en masses fibreuses ou compactes.

Dureté. 1,5 à 1,8.

Densité. 1,765 (Montagne Pelée).

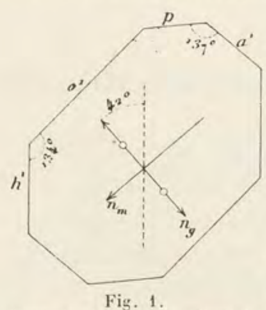


Fig. 1.
Face g^1 (010), perpendiculaire à la bissectrice obtuse $\mathbf{n}_p$.

Coloration et éclat. Blanche, souvent teintée de jaune par impuretés. Éclat vitreux, soyeux dans les aiguilles et les masses fibreuses.

Propriétés optiques. Plan des axes et bissectrice obtuse *négative* ($\mathbf{n}_p$) normaux aux lamelles d'aplatissement g^1 (010). Dans cette face, $\mathbf{n}_g$ fait un angle de 42° avec l'axe vertical dans l'angle obtus de ph^1; $\mathbf{n}_m$ est par suite presque parallèle à la trace de o^1 (101) (fig. 1).

$2E = 114°$ env.

Le plus petit indice est inférieur à celui du baume.

Les fibres sont allongées suivant l'axe vertical et possèdent de ce fait une extinction atteignant 42° (rapportée à $\mathbf{n}_g$).

Saveur. Saveur analogue à celle de l'alun.

Composition chimique. La formule $Al^2(SO^4)^3 + 16\ H^2O$ ou $Al^2O^3.3\ SO^3 + 16\ H^2O$ correspond à la composition donnée en *a* ; M. Marguerite Delacharlonny a obtenu (*C. R.* CXI. 229. 1890) des lames identiques aux cristaux naturels en faisant cristalliser le sulfate d'aluminium en solution neutre. *b*). Analyse de l'alunogène lamelleux de la Montagne Pelée.

Beaucoup d'analyses anciennes d'alunogène correspondent à un hydrate à 18 molécules d'eau, soit qu'il existe réellement deux hydrates, soit que les minéraux analysés aient renfermé de l'eau hygroscopique ; dans la première hypothèse, l'hydrate à $18\ H^2O$ serait constitué par la variété fibreuse. J'ai essayé de différencier par la densité les deux variétés, qui coexistent parfois dans les mêmes échantillons de la Montagne Pelée, mais je n'ai pu y parvenir.

	a)	*b*)	*c*)
SO^3	38,05	38,00	36,0
Al^2O^3	16,28	16,35	15,3
H^2O	45,67	46,00	48,7
	100,00	100,35	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ; à une température plus élevée, laisse échapper de l'acide sulfurique, qui est complètement expulsé au rouge. Le résidu, imbibé d'azotate de cobalt, donne une belle coloration bleue au chalumeau. Soluble dans l'eau.

Altérations. Voir page 238.

Diagnostic. Voir à halotrichite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'alunogène est un minéral très abondant dans la nature ; il résulte de l'attaque de roches alumineuses, soit par des fumerolles sulfhydriques, soit par les produits de la décomposition des sulfures métalliques, et en particulier de la pyrite.

1° *Dans les gisements volcaniques*.

Antilles. — *Martinique*. Au cours de l'éruption de la Montagne Pelée en 1902-1903, j'ai pu suivre sur le vif le mécanisme de la formation de ce minéral (*La Montagne Pelée et ses éruptions*. 1904. 404). Il se produisait à l'orifice des fumerolles secondaires s'élevant des amas de

matériaux de projection andésitiques, accumulés sur les flancs de la montagne par les nuées ardentes (notamment dans les Rivières Blanche et Sèche, dans la Rivière Falaise). L'alunogène se formait aussi d'une façon non localisée, grâce à l'attaque des cendres par le résultat de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré, dont elles étaient imprégnées. Entraîné par les eaux pluviales, le sulfate d'aluminium venait cristalliser sur les parois des canaux d'érosion creusés dans les cendres poreuses (bords du cratère, Rivière Blanche, etc.). L'alunogène y cristallisait sous forme de lamelles nacrées ou de fibres.

J'ai trouvé dans la collection du Muséum de beaux échantillons du même minéral recueillis après l'éruption de 1851, dans les fumerolles de la haute vallée de la Rivière Claire. Ils sont constitués par un mélange de lamelles nacrées et de fibres : celles-ci sont de formation postérieure ; cette association plaiderait en faveur de l'existence de deux hydrates distincts. Quand on dissout le mélange des deux formes et que l'on fait cristalliser la dissolution, le sulfate d'aluminium cristallise uniquement sous forme lamellaire.

Guadeloupe. L'alunogène, associé au gypse, se trouve au voisinage des fumerolles de la Soufrière de la Guadeloupe ; je l'ai recueilli en masses concrétionnées sous des rochers abrités du plateau de la Soufrière, ainsi qu'aux fumerolles de l'Échelle. L'abondance des précipitations atmosphériques empêche la cristallisation en grandes masses de ce minéral, qui se forme cependant encore en abondance.

Une caverne ouverte dans la lave de la Soufrière (caverne de Spallanzani), obturée par le tremblement de terre de 1843, renfermait de magnifiques concrétions d'alunogène : la collection du Muséum en possède un échantillon recueilli en 1842 par Ch. Sainte-Claire-Deville.

2° *Dans les roches diverses comme résultat de l'altération de la pyrite.*

L'alunogène se rencontre à l'état de concrétions, plus ou moins fibreuses, dans les fentes de toutes les roches pyriteuses silicatées alumineuses et plus particulièrement dans celles des schistes paléozoïques. *Le beurre de montagne* ainsi formé, souvent mélangé d'autres sulfates solubles (mélantérite, halotrichite), constitue des masses concrétionnées, fibreuses, molles quand elles sont humides, se recroquevillant par dessication. C'est un minéral banal, dont les gisements sont légion. Je ne citerai que quelques localités pour exemple.

a). *Dans les mines de houille et dans les filons métallifères.*

Cévennes. — *Gard*. L'alunogène lamelleux et fibreux se rencontre aussi dans les galeries de mine de Carnoulès.

Plateau Central. — *Ardèche*. A La Chastagnère en Prades, l'alunogène aciculaire accompagne l'epsomite et aussi la copiapite.

Allier. Commentry, avec copiapite.

Saône-et-Loire. Je dois à l'obligeance de M. Quincy de curieux échantillons d'alunogène fibreux, concrétionnés, mélangés de copiapite, provenant des galeries de Montchanin, et recouvrant souvent des masses cristallines d'epsomite.

Vosges. — *Haute-Saône*. De fort beaux échantillons d'alunogène concrétionné et aciculaire se trouvent dans les mines de houille de Ronchamp ; les échantillons sont souvent recouverts de copiapite. Les galeries de cette mine présentent la particularité curieuse de renfermer des concrétions de sel gemme.

Alpes. — *Isère*. Je dois à l'obligeance de M. Bouvier la communication d'un gros bloc trouvé dans les mines d'anthracite de Lamure (vieille galerie abandonnée au voisinage d'un incendie souterrain). Cet échantillon est constitué par une masse concrétionnée, dont les parties boursouflées recouvrent des agrégats caverneux de mélantérite. L'alunogène forme des aiguilles transparentes et des croûtes fibreuses blanches, tachées de jaune.

Plateau Central. — *Rhône*. De très belles masses concrétionnées, stalactiformes, fibreuses, d'alunogène ont été trouvées il y a quelques années, dans les galeries de la mine de pyrite de Sain-Bel ; elles y étaient accompagnées de stalactites de mélantérite, de boothite et de pisanite. Les cavités de ces concrétions se terminent par de petites aiguilles libres.

b). *Dans les fentes de roches diverses.*

Les sédiments paléozoïques pyriteux sont particulièrement riches en croûtes fibreuses d'alunogène : *Bretagne* ; *Pyrénées* [région de Barèges (*Basses-Pyrénées*) ; vallée du Louron (*Haute-Garonne*), environs d'Ax (*Ariège*)] ; *Ardennes*.

On en trouve aussi en abondance dans les sédiments plus récents, tels que l'argile néocomienne d'Er Richa (annexe d'Aflou (*Oran*), les schistes secondaires de Mila (*Constantine*) avec copiapite, de Bou Koufor près Menerville (*Alger*), l'argile plastique sparnacienne des environs de Paris, etc.

3° *Dans les produits des houillères embrasées.*

L'alunogène est un minéral très fréquent dans les houillères embrasées, où il résulte de l'action des produits d'oxydation de la pyrite formés par la calcination des schistes houillers ; ce genre de gisement mérite d'être cité à part, non seulement parce que l'alunogène s'y trouve en grande abondance, parfois mélangé de soufre, de réalgar, d'halotrichite, de gypse, mais parce qu'on observe souvent aussi un produit de la décomposition partielle, sous l'action de la chaleur, d'un mélange d'alunogène et de kalinite. Il consiste en masses bulleuses, qui résultent d'une fusion de ces deux minéraux dans leur eau de cristallisation. Le produit est monoréfringent ; il contient souvent moins de 10 °/₀ d'eau; sa composition n'est pas constante parce qu'elle dépend à la fois de la nature des minéraux originels et de la température à laquelle ils ont été portés. Il cimente des fragments de roches imparfaitement attaquées. J'ai étudié des échantillons d'alunogène des gisements suivants :

Plateau Central. — *Aveyron*. Cransac, Aubin, Lassalle (belles masses fibreuses).

Loire. Saint-Etienne, La Ricamarie, le Brulé, Reveux, etc.

Allier. Commentry.

Saône-et-Loire. Perrecy-les-Forges.

CONNELLITE

$Cu\,(Cl,OH)^4\,SO^3 + 15\,H^2O$

Hexagonale.

$b : h = 1001{,}291 \quad D = 866{,}025 \quad d = 500.$

$[a : c = 1 : 1{,}1562$ (Story-Maskelyne)$]$.

Formes observées. Aiguilles très allongées suivant l'axe vertical, parfois terminées par une pyramide aiguë (b^1b^1 s.v = 73°40′) et se

groupant souvent à axes parallèles. Elles forment aussi des croûtes plus ou moins mamelonnées, à structure radiée.

Dureté. 2.

Densité. 3,36.

Coloration et éclat. Bleu foncé, prenant une teinte un peu claire dans les aiguilles extrêmement minces. Poussière d'un bleu verdâtre pâle. Transparente.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* (n_g), à peine pléochroïque.

Composition chimique. La connellite est un chlorosulfate de cuivre, dont la composition chimique exacte demande à être précisée.

Propriétés pyrognostiques. Fond en un globule noir et en colorant la flamme en vert. Donne de l'eau dans le tube.

Insoluble dans l'eau, mais très soluble dans les acides.

Diagnostic. Parmi les sulfates bleus aciculaires, la connellite ne pourrait être confondue qu'avec la lettsomite ou avec la serpiérite. Elle se distingue de ces deux minéraux par la réaction du chlore et, en outre, du second par l'absence de toute base autre que le cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Alger*. La connellite est un minéral extrêmement rare, connu seulement dans le Cornwall et le Namaqualand.

Je l'ai trouvée récemment (*B. S. M.* XXXII. 33. 1909) sur des échantillons provenant d'une ancienne exploitation des mines de Mouzaïa. Elle tapisse de ses aiguilles bleues enchevêtrées les cavités de barytine lamellaire servant de gangue à de la panabase. Des géodes voisines renferment de jolis cristaux de cuprite. La connellite de Mouzaïa est en apparence de couleur plus claire que celle du Cornwall, mais cela tient à ce que ses aiguilles, atteignant 2 mm., sont entrecroisées et non accolées. Examinées au microscope, elles sont identiques dans les deux gisements.

COQUIMBITE

$Fe^4(SO^4)^3 + 9H^2O$

Rhomboédrique : $pp = 81°33'$

angle plan de $p = 80°4'13''$

[$a : c = 1 : 1{,}5613$ (Linck)].

Macles. Macle suivant *p* (10$\bar{1}$1), avec parfois accolement suivant d^2 (11$\bar{2}$0).

Formes et faciès. La coquimbite se présente parfois en cristaux distincts, qui sont des prismes ou des rhomboèdres basés : ceux-ci rappellent un octaèdre régulier; le rhomboèdre le plus fréquent [(e^8 (30$\bar{3}$2)] a, en effet, un angle culminant de 71°22′. Elle forme aussi des masses granulaires.

Clivages. Clivages imparfaits suivant e^2 (10$\bar{1}$0), suivant *p* (10$\bar{1}$1) et $e^{1/2}$ (01$\bar{1}$1).

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 2,09 à 2,10.

Coloration et éclat. Blanche, jaune, brune, violette. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$). Les indices suivants ont été mesurés par M. Linck; ils montrent une forte dispersion, se manifestant nettement dans les couleurs de polarisation du minéral examiné en lumière polarisée parallèle.

	rouge	jaune
$\mathbf{n}_g$ =	1,5508	1,5575
$\mathbf{n}_p$ =	1,5469	1,5519
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ =	0,0039	0,0056

Composition chimique. La composition chimique théorique correspond aux valeurs données ci-contre ; une petite quantité du fer peut être remplacée par de l'aluminium.

SO^3	42,7
Fe^2O^3	28,5
H^2O	28,8
	100,0

Saveur. Saveur astringente.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se comporte comme la mélantérite. Soluble dans l'eau froide ; en solution donne à l'ébullition un précipité abondant de Fe^2O^3. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La couleur, la forme et les propriétés optiques (notamment la dispersion) font reconnaître aisément la coquimbite parmi les sulfates solubles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La coquimbite est un minéral peu commun, qui accompagne d'autre

sulfates de fer dans les produits de fumerolles volcaniques et de décomposition de la pyrite.

Bassin de Paris. — *Seine*. J'ai observé de très petits cristaux blancs de coquimbite dans les croûtes jaunes, produites par l'altération de la pyrite de l'argile plastique des environs de Paris et notamment de celle des carrières d'Issy. J'en ai obtenu de plus distincts en abandonnant à la cristallisation spontanée le liquide résultant de la dissolution de ces croûtes dans l'eau.

FIBROFERRITE

$Fe^2(OH)^2(SO^4)^2 + 9H^2O$

Orthorhombique.

Faciès. La fibroferrite constitue des masses concrétionnées, formées par des fibres serrées, très rectilignes.

Dureté. 2, à 2,5.

Densité. 1, 86.

Coloration et éclat. Jaune paille, parfois très pâle. Poussière d'un blanc jaune. Translucide.

Éclat soyeux et nacré.

Propriétés optiques. Les aiguilles s'éteignent suivant leur allongement : le plan des axes optiques est compris dans la zone de fibrosité : l'allongement est de signe positif.

$$n_g = 1.57 \text{ et } n_p = 1.53 \text{ environ (Schröder van der Kolk)}$$
$$n_p - n_p = 0,04.$$

Pléochroïsme. Faible pléochroïsme dans la zone de fibrosité, avec teintes d'un jaune pâle : le maximum d'absorption a lieu suivant n_g.

Saveur. Saveur styptique.

Composition chimique. La formule $Fe^2(OH)^2(SO^4)^2+9H^2O$ ou Fe^2O^3, $2\,SO^3 + 10\,H^2O$, correspond à la composition donnée en *a*.

b) Analyse de la fibroferrite de Saint-Félix-de-Pallières, par M. Pisani (*C. R.* LIX. 921.1863).

	a	b
SO^3	32,0	29,72
Fe^2O^3	32,0	33,40
CaO	»	tr.
H^2O	36,0	36,88
	100,0	100,00

L'analyse *b* correspond mieux à la formule $3Fe^2O^3,5SO^3 + 30H^2O$, mais les analyses plus récentes faites par Linck, sur la fibroferrite du Chili, possédant les mêmes propriétés physiques que celle de Pallières, rendent préférable l'adoption de la formule donnée plus haut.

Essais pyrognostiques. Comme la copiapite. Peu soluble dans l'eau froide, décomposée par l'eau bouillante en un sel basique jaune d'ocre insoluble et en un sel neutre soluble.

Altérations. Sous l'influence de l'air, la fibroferrite perd son éclat soyeux, devient terne, opaque, puis se change en une matière pulvérulente jaune vif.

Diagnostic. Les propriétés physiques et notamment la structure fibreuse, la couleur et l'éclat soyeux sont caractéristiques de la fibroferrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Cévennes. — *Gard.* La fibroferrite a été autrefois rencontrée dans les gisements de pyrite et de galène de Saint-Félix-de-Pallières, qui a fourni aussi, mais en des points distincts, la jarosite (pastréite). Elle y forme des masses concrétionnées, à belle structure fibreuse, ayant parfois 5 ou 6 mm. de longueur ; il est aisé de les disjoindre et de mettre en liberté des fibres tendres et flexibles, difficiles à réduire en poudre. L'extrémité des fibres est généralement garnie de grains d'un jaune de soufre, produits par altération. Ce gisement, depuis longtemps épuisé, a fourni des échantillons de fibroferrite pouvant rivaliser par leur beauté avec ceux du Chili.

Bourgogne. — *Saône-et-Loire.* J'ai rencontré dans les fissures des arkoses exploitées près du château de Saint-Léger en Charnay près Mâcon, de petits sphérolites soyeux jaune d'or de fibroferrite. Ils se trouvent dans la carrière où la jarosite existe en quantité considérable.

ALUMINITE
(*WEBSTÉRITE* [1])

$Al^2(OH)^4SO^4+7H^2O$

Orthorhombique ou monoclinique ?

Faciès. L'aluminite se présente soit sous forme de petits sphérolites, soit sous celle de masses terreuses, concrétionnées, réniformes, happant à la langue.

Dureté. 1 à 2. Apre au toucher.

Densité. 1,66.

Coloration et éclat. Blanche. Opaque. Transparente seulement en lames minces. Aspect terreux.

Propriétés optiques. J'ai montré par l'examen microscopique que les petites aiguilles constituant l'aluminite d'Épernay ont une extinction longitudinale ; la bissectrice est *positive* et perpendiculaire à l'une des faces de la zone d'allongement, parallèlement à laquelle se trouve le plan des axes optiques. Ces propriétés s'appliquent aussi bien à un minéral monoclinique allongé suivant son axe de symétrie, qu'à une substance orthorhombique. Quant aux sphérolites d'Auteuil, leurs fibres sont trop enlacées pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions décisives au sujet du système cristallin du minéral, mais leur signe d'allongement est aussi négatif.

$$n_g = 1.48 \ ; \ n_g - n_p = 0.01 \text{ environ.}$$

Composition chimique. La composition correspondant à la formule $Al^2(OH)^4SO^4 + 7 H^2O$ ou $Al^2O^3,SO^3 + 9H^2O$ est donnée en *a*.

Analyses de l'aluminite *b*) d'Auteuil par Dumas. *in* Brongniart (*Ann. sc. nat.*, XIII. 225. 1828).

c) de Lunel-Viel par Dufrénoy (*Minér.*, II. 490. 1856).

d) du Mont Bernon près Épernay, par Lassaigne (*A. C. P.* XXIV. 97. 1823), déduction faite de 0,3 °/₀ de gypse.

	a	*b*	*c*	*d*
SO^3	23,3	23,0	23,45	20,06
Al^2O^3	29,6	30,0	29,72	39,70
H^2O	47,1	47,0	46,80	39,94
	100,0	100,0	99,97	99,70

1. Le nom d'aluminite (*Haberle*, 1807) a la priorité sur celui de webstérite (*Brongniart*, 1822), plus souvent employé en France.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne beaucoup d'eau, puis de l'acide sulfurique. Infusible au chalumeau ; imbibée d'azotate de cobalt, prend une belle coloration bleue.

Soluble dans les acides.

Altérations. L'aluminite est, à la longue, décomposée par l'eau et donne, comme résultat ultime, de l'hydrate d'alumine ; c'est probablement sur un échantillon altéré par ce procédé qu'a été effectuée l'analyse *d*.

Diagnostic. L'aluminite pourrait au premier abord être prise pour un silicate d'alumine ; la présence de l'acide sulfurique est caractéristique. Elle se distingue des variétés compactes ou terreuses d'alunite en ce qu'elle ne donne pas d'alun quand, après avoir été calcinée, elle est reprise par l'eau.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'aluminite se rencontre dans des argiles, aux dépens desquelles elle se forme par action des produits de la décomposition de la pyrite.

Dans les formations sédimentaires.

Bassin de Paris. — *Seine*. L'aluminite se rencontre dans l'argile plastique (sparnacien) des environs de Paris ; elle n'y est pas très fréquente, mais quand on l'y trouve, c'est en très grande quantité. Elle a été signalée pour la première fois dans les fausses glaises d'Auteuil par A. Brongniart (analyse *b*) en rognons constitués par des grains globuleux d'un blanc de neige, pressés les uns contre les autres, qui ont été improprement comparés à des oolites. J'ai montré (*Nouvelles Archives du Muséum*. IX. 271. 1897) que ces globules sont en réalité des sphérolites à structure fibreuse, dont j'ai déterminé les propriétés données plus haut. Le même minéral se trouve parfois dans les carrières d'Issy (près la porte de Versailles) à la périphérie d'énormes sphéroïdes, dans lesquels s'observe la sidérite globulaire.

Marne. L'aluminite se rencontre dans les assises ligniteuses sparnaciennes des environs d'Épernay, au Mont Bernon. Elle y constitue des masses blanches, se brisant en fragments anguleux, qui se délitent parfois eux-mêmes en calottes sphériques (analyse *d*) ; leur structure est cristalline comme celle de l'aluminite des environs de Paris, mais sans structure sphérolitique.

Corbières. — *Hérault*. L'aluminite globulaire, rappelant comme aspect celle d'Auteuil, a été signalée en ces termes (*op. cit.* 489), par Dufrénoy (analyse *c*), dans la marne tertiaire de Lunel-Viel : « dans cette localité, comme à Auteuil, il [le minéral] est en stratification concordante dans le terrain. La couche de webstérite de Lunel-Viel peut avoir 3 à 4 pouces de puissance : je l'ai vu se prolonger sur une assez grande distance;... la webstérite d'Auteuil et de Lunel-Viel possèdent une structure oolithique grossière. »

Je n'ai pu voir ce minéral dans aucune collection[1]. M. Delage, professeur à la faculté des sciences de Montpellier, a bien voulu se rendre sur les lieux et n'y a trouvé que des calcaires à Mélobésies.

FELSÖBANYITE ET PARALUMINITE

On a décrit les deux sulfates suivants :

Felsöbanyite. $Al^2(OH)^4SO^4$, $2Al(OH)^3+5H^2O$ ou $2Al^2O^3SO^3+10H^2O$

Paraluminite. $Al^2(OH)^4SO^4$,$2Al(OH)^3+10H^2O$ ou $2Al^2O^3SO^3+15H^2O$

Leurs caractères extérieurs sont très analogues à ceux de l'aluminite, mais ils sont un peu plus denses. La composition centésimale est la suivante : *a*) felsöbanyite, *b*) paraluminite. Je donne en *c*) l'analyse d'un minéral de Huelgoat, par Berthier (*A. M.* XIII, 643. 1838), qui peut leur être comparé.

	a	*b*	*c*
SO^3	17,2	14,5	12,9
Al^2O^3	44,0	36,8	41,5
H^2O	38,8	48,7	42,1
SiO^2	»	»	3,5
	100,0	100,0	100,0

Il ne me paraît pas certain que ces substances, et en particulier celle de Huelgoat, constituent un minéral défini, distinct de l'aluminite ; celle-ci, étant décomposée par l'eau, peut perdre peu à peu son acide sulfurique et se rapprocher ainsi des compositions *a* et *b*. L'analyse *d*, donnée plus haut, semble établir un de ces passages.

Le minéral de Huelgoat était jadis très abondant dans toutes les cavités du filon et dans les galeries exploitées. Il était d'un blanc d'ivoire, visqueux, gluant et adhérait fortement à la roche.

1. J'ai trouvé dans de nombreuses collections, sous le nom de webstérite de diverses localités, des calcaires friables à grain fin.

APATÉLITE

$(Fe,Al)^2(OH)^4SO^4 + H^2O$

Rhomboédrique ou hexagonale.

Faciès. L'apatélite se présente uniquement sous forme de masses friables, jaunes, dont la cristallisation ne peut être décelée que par l'examen microscopique.

Densité. 3,2.

Coloration et éclat. La couleur de l'apatélite varie du jaune clair au jaune foncé. Aspect terreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

Composition chimique. La formule $(Fe,Al)^2 (OH)^4 SO^4 + H^2O$ ou $(Fe,Al)^2O^3,SO^3 + 3H^2O$ est déduite de l'analyse *b* et correspond à la composition *a*, dans le cas où $Fe^2O^3 : Al^2O^3 = 2,5 : 1$. L'eau ne se dégage qu'à partir de 160° et surtout au rouge sombre ; elle est donc certainement en partie basique. Le minéral ne semble différer de l'utahite que par l'existence d'une molécule d'eau en plus.

Analyse *b*) de l'apatélite d'Auteuil par M. Pisani. Je donne ci-contre en *c*), comme document, l'ancienne analyse de Meillet (*A. M.* III. 308. 1841), qui paraît tout à fait inexacte.

	a	*b*	*c*
SO^3.....	29,3	29,7	42,90
Fe^2O^3....	41,7	40,0	53,30
Al^2O^3...	9,2	11,0	»
H^2O.....	19,8	19,2	3,96
	100,0	99,9	100,16

L'apatélite a été décrite par Meillet (*op. cit.*) d'après des échantillons, provenant de Meudon : cet auteur lui attribuait la formule $2Fe^2O^3,SO^3 + 5H^2O$, déduite de l'analyse *c*). J'ai étudié beaucoup d'échantillons de localités variées, j'ai constaté leur homogénéité par l'examen optique ; tous renferment de l'alumine. L'analyse *b*) a été faite sur un échantillon entré dans la collection du Muséum en 1841, année de la publication du travail de Meillet (et provenant probablement de lui, bien que notre catalogue ne porte pas d'indication d'origine ; Meillet était à cette époque fournisseur de la collection du Muséum) ; aussi n'y a-t-il pas de doute sur l'identité de la substance, avec celle étudiée par cet auteur.

Essais pyrognostiques. Comme copiapite, mais insoluble dans l'eau ; soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. L'apatélite se décompose facilement en limonite.

Diagnostic. Elle se distingue des variétés terreuses de jarosite en ce qu'elle ne contient pas d'alcalis. Son diagnostic d'avec les autres sulfates ferriques insolubles dans l'eau (utahite, carphosidérite, etc.) ne peut être fait qu'à l'aide d'une analyse quantitative, ces minéraux étant tous uniaxes et optiquement négatifs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bassin de Paris. — *Seine*. L'apatélite est une des résultantes ultimes de la décomposition de la pyrite de l'argile plastique des environs de Paris. Elle se rencontre constamment associée à des cristaux de gypse, souvent de grande taille ; les gisements d'Auteuil, Meudon, Arcueil, Issy (carrière de la porte de Versailles), sont particulièrement à citer.

Le calcaire grossier surmonte l'argile plastique ; des blocs en tombent fréquemment au pied du front de taille des carrières et se trouvent ainsi en contact avec les suintements vitrioliques, venant de l'argile plastique : à leur contact, ils se transforment périphériquement en gypse associé à de l'apatélite, semblable à celle engagée dans l'argile.

Oise. Aisne. L'apatélite accompagne le gypse des lignites de cette région, notamment dans le Soissonnais.

Périgord. — *Lot-et-Garonne*. La collection du Muséum possède un échantillon de gneiss de Bayle en Agnac, recouvert par une couche de cristaux de gypse, mélangé d'apatélite.

Algérie. — *Alger*. Je dois à l'obligeance de M. Flamand un échantillon d'apatélite terreuse, associée à du gypse, dans une marne tertiaire de Sidi Oued Abdel-Kader, dans le cercle de Tenez.

COPIAPITE

$Fe^4(SO^4)^5 + 18 H^2O$

Monoclinique : $mm = 131°0'$

$b : h := 1000 : 869{,}30 \qquad D = 891{,}50 \qquad d = 427{,}03$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}47904 : 1 : 0{,}97510 \text{ (Linck)} \\ zx = 72°3' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001) ; h^1 (100), g^1 (010) ; $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$).

Angles calculés.		Angles calculés.	
mm	131° 0′	ph^1	107°57′ [1]
mg^1	114°30′	$pa^{9/4}$	129°53′
		$h^1\ a^{9/4}$	58° 1′

Faciès. La copiapite se présente d'ordinaire en petites lames très minces, aplaties suivant g^1 (010) et limitées par des angles plans de 107°57′, de 129°53′ et de 58°1′ (fig. 1).

Ce minéral forme le plus souvent des agrégats de lames enchevêtrées, des masses grenues, compactes, ou concrétionnées.

Clivages. Clivage g^1 (010) facile.

Dureté. 2, 5.

Densité. 2,103.

Coloration et éclat. Jaune de soufre, jaune citron. Transparente en lames minces.

Éclat nacré sur le clivage ; aspect terne dans les concrétions compactes.

Propriétés optiques. Plan des axes perpendiculaire à g^1 (010) et presque parallèle à $a^{9/4}$ ($\bar{4}09$). La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) fait par suite un angle voisin de 58° avec h^1 (100), dans l'angle obtus de ph^1. La bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_g$) (fig. 1) est perpendiculaire à g^1.

$$2H_o = 114°15' \text{ (Dx) (jaune).}$$

Fig. 1.
Copiapite. Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse $\mathbf{n}_g$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense, même en lames minces :

$\mathbf{n}_g$ = jaune verdâtre
$\mathbf{n}_m$ = incolore ou verdâtre
$\mathbf{n}_p$ = jaune de soufre.

Composition chimique. La formule $Fe^4(SO^4)^5 + 18\ H^2O$ ou $2Fe^2O^3, 5SO^3 + 18\ H^2O$, correspond à la composition suivante :

SO^3	38,3
Fe^2O^3....	30,6
H^2O	31,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, puis de l'acide

1. M. Scharizer donne $ph^1 = 102°$.

sulfurique en laissant un résidu rouge de sesquioxyde de fer, quand la température a été suffisante. Au chalumeau, devient magnétique.

Soluble dans l'eau froide, la solution se décompose par l'ébullition ; elle donne les réactions du fer et de l'acide sulfurique.

Diagnostic. Les propriétés optiques permettent de distinguer immédiatement la copiapite de tous les autres sulfates de sesquioxyde de fer (voir à *métavoltite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La copiapite est l'un des minéraux les plus fréquents, parmi ceux qui résultent de l'oxydation de la mélantérite, produite elle-même par décomposition de la pyrite. C'est généralement elle qui colore en jaune l'alunogène, l'halotrichite, qui ont été décrites plus haut. Dans nombre de gisements, elle forme une partie notable des croûtes d'altération, qui recouvrent les roches pyriteuses altérées, mais elle ne s'y présente généralement pas à l'état de pureté parfaite. C'est ce qui a lieu notamment aux environs de Paris, dans les carrières d'argile plastique d'Issy, où se trouvent l'aluminite et l'apatélite ; on vient de voir que ce dernier minéral est souvent le produit de la décomposition au contact de blocs de calcaire du résultat de la dissolution de la copiapite dans les eaux pluviales.

Dans les carrières d'Issy, la copiapite forme des masses concrétionnées, jaunes, ayant dans la cassure l'aspect du soufre précipité. J'ai dissous dans l'eau froide plusieurs kilogrammes de ce produit et j'ai abandonné cette solution filtrée à l'évaporation spontanée. Le liquide se concentre jusqu'à consistance sirupeuse, sans donner de cristallisation ; quand il est maintenu assez longtemps dans une atmosphère sèche, il se prend en une masse offrant les formes concrétionnées et l'aspect du produit naturel. Sa structure est cependant plus cristalline et, dans plusieurs expériences, il contenait des géodes de petites lamelles ayant la forme et les propriétés de la copiapite décrite plus haut, ainsi que de petits cristaux de coquimbite, de kalinite, de gypse.

La copiapite en beaux échantillons, formés de petites lamelles distinctes, est fréquente dans les mines de houille françaises, où elle n'a cependant jamais été signalée jusqu'ici ; les plus beaux échantillons que j'ai observés proviennent des gisements suivants.

Plateau Central. — *Allier*. Commentry. Magnifiques masses cristallines dans la houille.

Ardèche. La Chastagnères en Prades.

Saône-et-Loire. Montchanin (avec halotrichite et epsomite).

Vosges. — *Haute-Saône*. Ronchamp (avec halotrichite) ; dans ce gisement, elle est parfois cristallisée.

Algérie. — *Constantine*. La copiapite en petites lamelles est associée à l'alunogène fibreux dans les schistes noirs, pyriteux, de Mila.

GLOCKÉRITE

Le nom de glockérite a été donné à un sulfate de fer amorphe, rappelant comme aspect la diadochite, et formant des masses stalactiformes à éclat vitreux, parfois terreux. Sa couleur varie du jaune de poix au jaune d'ocre; il est opaque ou translucide.

Sa composition est variable ; d'après Berzélius, la variété de Fahlun a pour formule $2\,Fe^2O^3,SO^3 + 6H^2O$, correspondant à SO^3 15,7 ; Fe^2O^3 63,0 ; H^2O 21,3.

Peut-être faut-il rapprocher de ce minéral une substance de composition centésimale différente, dont Ebelmen a donné l'analyse suivante (*A. M.* XIII. 668. 1838), qu'il rapportait à la formule $4\,Fe^2O^3\,SO^3 + 4\,H^2O$.

SO^3.....	8,8
Fe^2O^3...	67,6
H^2O....	22,6
Gypse...	1,0
	100,0

Ce produit se formait, en 1838, à la sortie des eaux d'anciens travaux de la mine de houille de Ronchamp (*Haute-Saône*) ; il constituait de petits globules creux, stalactiformes, à couches concentriques, dont l'intérieur était rempli d'eau. Ce minéral se décomposait dans l'eau bouillante. Il ne se rencontre plus actuellement et je n'ai pu trouver dans aucune collection les échantillons analysés par Ebelmen.

POLYHALITE

$Ca^2MgK^2(SO^4)^4 + 2H^2O$

Triclinique ?

Faciès. La polyhalite n'est connue qu'en masses fibreuses, lamellaires, grenues ou compactes.

Macles. L'examen microscopique met en évidence une macle souvent polysynthétique : elle est constante dans la polyhalite fibreuse. Les bandes hémitropes rappellent celles de la macle de l'albite, dans les plagioclases : elles sont souvent inégales.

J'ai observé en outre dans la polyhalite de Saint-Pandelon une seconde macle, dont le plan de jonction paraît sensiblement normal à celui de la macle précédente et qui rappelle la macle de Manebach des feldspaths.

Clivages. Clivage facile dans une direction.

Dureté. 2,5 à 3.

Densité. 2,77 à 2,78 (Saint-Pandelon).

Coloration et éclat. La couleur la plus habituelle est le rouge, variant du rouge-brique au rouge-chair ; plus rarement le minéral est jaunâtre. Cette couleur est due à des inclusions argileuses ou ferrugineuses extrêmement fines, distribuées sans ordre. Poussière rouge. Translucide ou opaque. Transparente en lames minces.

Éclat résineux, un peu nacré sur le clivage.

Propriétés optiques. Je considère la polyhalite comme triclinique : le clivage facile montre la première macle, avec extinction dissymétrique (environ 20 et 29°). En lumière convergente, on constate qu'un axe optique est visible un peu en dehors du champ. Dans les variétés fibreuses, l'un des axes optiques est sensiblement parallèle à l'allongement.

Dans les lames minces taillées dans la polyhalite grenue de Saint-Pandelon, on voit des plages allongées présentant la première macle ou les deux : leurs extinctions sont le plus souvent obliques. La bissectrice est *négative* ($\mathbf{n}_p$).

$$2\,E = 95^o \text{ environ.}$$

Saveur. Saveur légèrement salée.

Composition chimique. La formule $Ca^2MgK^2(SO^4) + 2H^2O$ ou $2CaSO^4$, $MgSO^4$, $K^2SO^4 + 2H^2O$, correspond à la composition suivante :

SO^3	53,2
CaO	18,6
MgO	6,6
K^2O	15,6
H^2O	6,0
	100,0

Des analyses partielles, faites dans mon laboratoire sur la polyhalite de Saint-Pandelon par M. Arsandaux, ont donné des résultats voisins de cette composition théorique.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, fond facilement en colorant la flamme en jaune intense. Fusible au chalumeau en un globule rouge, blanchissant au feu réducteur.

En partie soluble dans l'eau, avec résidu de gypse, qu'il est possible de dissoudre à l'aide d'une grande quantité d'eau.

Diagnostic. La polyhalite peut être confondue avec la glaubérite, qui l'accompagne parfois et possède, comme elle, un clivage facile (voir page 36 pour le diagnostic différentiel des deux minéraux).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La polyhalite se rencontre exclusivement dans les gisements de sel gemme ; elle est fréquemment associée à l'anhydrite et à la glaubérite ; ces trois minéraux sont souvent colorés en rouge par le même pigment ferrugineux.

Pyrénées. — *Landes.* Dans les argiles salifères de Saint-Pandelon et de Dax, la polyhalite forme, seule ou associée à l'anhydrite, des masses grenues rouges, tantôt très pures, tantôt mélangées à des cristaux de quartz bipyramidé. Cette polyhalite est quelquefois associée à du sel gemme.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle.* La polyhalite, compacte ou finement grenue, accompagne la glaubérite et l'anhydrite de Varangéville.

[*Lorraine*]. La polyhalite se rencontre dans les gisements de sel gemme de Vic, Dieuze, Moyenvic, etc. ; elle s'y présente avec le même aspect qu'à Varangéville.

Jura. — *Jura.* Elle forme des rognons compacts, lamelleux ou fibreux, d'un rouge brique, dans les argiles salifères, associées au gypse de Laffenet, de Pimont, de Montmorot et de Salins ; dans ces deux derniers gisements, de beaux échantillons ont été recueillis dans des sondages.

GROUPE DES ALUNS

Les aluns proprement dits cristallisent dans le système cubique. Ce sont des minéraux solubles dans l'eau, possédant une saveur astringente caractéristique ; on connaît les types suivants :

Kalinite...... $Al^2K^2(SO^4)^4 + 24H^2O$
* *Tschermigite*. $Al^2(AzH^4)^2(SO^4)^4 + 24H^2O$
* *Mendozite*.... $Al^2Na^2(SO^4)^4 + 24H^2O$

La tamarugite diffère de la mendozite en ce qu'elle ne contient que 12 H^2O.

KALINITE

$Al^2K^2(SO^4)^4 + 24H^2O$

Cubique.

Macles. Macle suivant a^1 (111) (macle des spinelles).

Formes et faciès. La kalinite, qu'il est si facile de faire cristalliser dans les laboratoires en octaèdres réguliers, etc., ne se trouve dans la nature que sous forme de concrétions, plus ou moins nettement fibreuses ; les fibres sont allongées suivant un axe quaternaire.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 1,75.

Coloration et éclat. Incolore, transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La kalinite naturelle est tout à fait monoréfringente et n'offre pas les phénomènes de biréfringence, souvent observés dans les cristaux d'alun potassique des laboratoires.

$$\mathbf{n} = 1.45622 \text{ (Dufet) (D)}$$

Saveur. Saveur astringente caractéristique.

Composition chimique. La formule $Al^2 K^2 (SO^4)^4 + 24 H^2O$ correspond à la composition suivante :

SO^3.........	33,7
Al^2O^3........	10,8
K^2O.........	9,9
H^2O.........	45,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond dans son eau de cristallisation, puis donne une masse spongieuse, fournissant avec le nitrate de cobalt, la coloration bleue de l'alumine.

Très soluble dans l'eau ; la solution donne les réactions caractéristiques de l'acide sulfurique, du potassium et de l'aluminium.

Diagnostic. Parmi tous les sulfates solubles et incolores, la kalinite se distingue aisément par la constatation de l'existence du potassium et par les cristaux octaédriques que sa solution donne par évaporation.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La kalinite se trouve dans les produits d'altération des roches pyriteuses contenant des silicates potassiques et dans les produits d'attaque des mêmes roches par les fumerolles sulfhydriques ; elle n'y est que rarement isolée, sous une forme minéralogique distincte ; elle est d'ordinaire associée à d'autres sulfates (alunogène, halotrichite, mélantérite, copiapite, etc.), et noyée au milieu d'eux. Le meilleur moyen de mettre son existence en lumière consiste à dissoudre ces sulfates dans de l'eau froide et à laisser évaporer spontanément la dissolution ; on évite le trouble, dû à la formation de sulfates ferriques basiques, qui se produit si l'on échauffe la solution. On obtient ainsi tout d'abord la cristallisation d'octaèdres d'alun moins solubles que les autres sels en dissolution. Voici quelques exemples de gisements.

1° *Dans les roches sédimentaires.*

Bassin de Paris. — *Seine.* J'ai obtenu par ce procédé des octaèdres d'alun en évaporant la dissolution des concrétions de sulfates complexes de l'argile plastique d'Issy-Vanves, près Paris.

2° *Dans les produits de houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Loire. Aveyron.* Dans les concrétions salines, qui abondent dans les houillères embrasées du Plateau Central en général (voir tous les gisements cités p. 338) et de celles de Decazeville et de la Ricamarie en particulier, il existe aussi des quantités très grandes de kalinite, ce qui s'explique par les débris d'orthose et de micas dans les schistes attaqués par les vapeurs sulfuriques résultant du grillage de la pyrite.

Cordier a depuis longtemps annoncé (*J. M.* XXVI. 407. 1809) la possibilité d'extraire directement l'alun de potassium par le lessivage des roches calcinées d'Aubin.

3° *Dans les produits de fumerolles volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La roche à alunite du Mont-Dore (page 140) traitée par l'eau avant calcination fournit une petite quantité de kalinite et de mélantérite.

GROUPE DE L'HALOTRICHITE

Le groupe de l'halotrichite comprend un certain nombre d'aluns à 22 ou 24 molécules d'eau, cristallisant dans le système monoclinique, mais ne se présentant jamais qu'en fibres soyeuses ou en concrétions fibreuses.

Halotrichite.	$Al^2Fe(SO^4)^4 + 24H^2O$
Pickéringite.	$Al^2Mg(SO^4)^4 + 22H^2O$
* *Apjohnite...*	$Al^2Mn(SO^4)^4 + 24H^2O$
* *Dietrichite..*	$Al^2(Zn,Fe,Mn)(SO^4)^4 + 22H^2O$

Les deux premiers seuls se rencontrent dans les gisements français.

HALOTRICHITE

$$\mathbf{Al^2Fe(SO^4)^4 + 24\,H^2O}$$

Monoclinique.

Faciès. L'halotrichite se trouve exclusivement sous forme de fines aiguilles, généralement groupées en masses fibreuses et parfois concrétionnées.

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 1,89.

Coloration et éclat. Blanc ou d'un blanc jaunâtre. Transparente ou translucide. Éclat soyeux, se ternissant à l'air. Poussière blanche.

Propriétés optiques. L'halotrichite forme des fibres peu biréfrin-

gentes s'éteignant les unes suivant l'allongement, les autres à environ 25° de celui-ci.

$n_m = 1{,}48$ environ.
$n_g - n_p = 0{,}005$ environ.

Saveur. Saveur astringente, rappelant celle de l'encre.

Composition chimique. La formule $Al^2Fe(SO^4)^4 + 24\ H^2O$ correspond à la composition suivante, dans laquelle une petite quantité du fer peut être remplacée par du magnésium.

SO^3.......	34,5
Al^2O^3......	11,0
FeO.......	7,8
H^2O.......	46,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond dans son eau de cristallisation et à une plus haute température, perd son eau et son acide sulfurique, en laissant un résidu brunâtre, composé par un mélange d'alumine et de sesquioxyde de fer.

Soluble dans l'eau ; la solution se trouble à l'ébullition.

Altérations. Par exposition à l'air, l'halotrichite devient terne, opaque et pulvérulente ; elle perd en même temps un peu d'eau.

Diagnostic. L'halotrichite, l'alunogène et la pickéringite présentent fréquemment une grande analogie de caractères extérieurs ; tous trois sont solubles dans l'eau, mais chacun d'entre eux a une saveur spéciale. La calcination donne un résidu brunâtre pour l'halotrichite et un résidu blanc pour les deux autres minéraux ; l'halotrichite se gonfle beaucoup moins que l'alunogène ; ce résidu repris par l'eau donne une solution qui présente, dans le cas de la pickéringite, les réactions du magnésium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les réactions, qui donnent naissance à l'halotrichite, sont toujours les mêmes ; elles consistent essentiellement dans l'action de l'acide sulfurique sur des roches à la fois alumineuses et ferrifères ; cet acide sulfurique peut avoir des origines différentes, d'où les deux types suivants de gisement.

1° Dans les roches pyriteuses.

2° Dans les fumerolles volcaniques.

1° *Dans les roches pyriteuses.*

a) *Dans les roches schisteuses pyriteuses.*

Toutes les régions où les sédiments sont pyriteux, qu'ils soient constitués par des schistes cristallins (*Loire-Inférieure*), par des schistes paléozoïques (*Bretagne*, *Pyrénées*, etc.) ou par des argiles, d'âge quelconque, crétacées (*Oise*, etc.), ou tertiaires (argile plastique des environs de Paris), par exemple, renferment souvent à leurs affleurements, en quantité parfois assez grande, de l'halotrichite sous forme de concrétions plus ou moins pures, mélangées avec de l'alunogène, de la mélantérite, de la copiapite, etc. Elles viennent se produire sur les surfaces exposées à l'air. L'halotrichite est beaucoup moins abondante en beaux échantillons que l'alunogène.

Je ne citerai comme exemple que le gisement suivant.

Ardenne. — *Ardennes*. L'halotrichite a été signalée par M. Harlay (*Bull. Soc. hist. nat. Charleville*. XII. 1905. 48) dans les schistes de Lairfour. Le même auteur a décrit dans le même recueil (XII. 1904. 51) un sulfate auquel il attribue la composition peu vraisemblable, SO^3 25,12 ; Al^2O^3 5,36 ; Fe^2O^3 21,37 ; H^2O 47,03 ; insol. 5,93 = 104,81. Les échantillons que m'a communiqués M. Bourguignon sont constitués par de l'halotrichite normale.

b) *Dans les filons métallifères.*

L'halotrichite se rencontre aussi dans ce genre de gisement. En voici un exemple.

Bretagne. — *Finistère*. Les mines de Huelgoat et de Poullaouen ont fourni des échantillons d'halotrichite particulièrement beaux ; ce sont de longues aiguilles de 4 ou 5 centimètres, fibreuses et des plus délicates, à éclat soyeux.

2° *Dans les fumerolles volcaniques.*

Les fumerolles résultant de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré développent parfois de l'halotrichite aux dépens des roches volcaniques et particulièrement des roches basiques riches en fer. La collection du Muséum possède un échantillon formé dans ces con-

ditions, provenant de la *Guadeloupe* (La Soufrière ou l'Échelle, où j'ai moi-même observé ce minéral, mais en mauvais échantillons).

PICKÉRINGITE

$Al^2Mg(SO^4)^4 + 22\ H^2O$

Monoclinique.

Faciès. La pickéringite ne se trouve qu'en cristaux aciculaires, souvent réunis pour former des masses fibreuses. Rarement ce minéral constitue des masses plus cristallines.

Dureté. 1.

Densité. 1,85.

Coloration et éclat. Blanche, jaune rosé. Transparente à translucide Éclat vitreux, soyeux dans les aiguilles.

Propriétés optiques. Les propriétés optiques sont très analogues à celles de l'halotrichite.

Saveur. Saveur astringente.

Composition chimique. La formule $Al^2Mg(SO^4)^4 + 22\ H^2O$ ou MgO SO^4, $Al^2\ O^3 (SO^4)^3 + 22\ H^2O$ correspond à la composition *a*). Il existe souvent une petite quantité de fer.

L'analyse *b*), faite par Berthier (*A. M.* II. 477. 1837) sur une pickéringite d'Aix-les-Bains, renferme une proportion inaccoutumée de fer ; ce minéral est un terme intermédiaire entre la pickéringite proprement dite et l'halotrichite.

	a	*b*
SO^3	37,3	35,7
Al^2O^3	11,9	10,0
MgO	4,7	4,0
FeO	»	4,0
H^2O	46,1	46,3
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et se comporte comme les aluns. Soluble dans l'eau ; la solution additionnée de chlorure d'ammonium, puis filtrée, donne avec le phosphate de sodium les réactions du magnésium.

Diagnostic. Voir à halotrichite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la pickéringite sont les mêmes [1] que ceux de l'alunogène et de l'halotrichite.

Alpes. — *Savoie*. Berthier a analysé en 1837 (analyse *b*) des fibres soyeuses, molles et flexibles comme l'amiante, jaunissant rapidement à l'air, qui ont été trouvées en 1837 à Aix-les-Bains aux griffons de la source dite du Sulfure. Ainsi que je viens de le faire remarquer, ce minéral constitue un terme de passage entre la pickéringite et l'halotrichite.

Algérie. — *Alger*. Des concrétions de pickéringite ont été rencontrées par Ville (*in* Delesse et de Lapparent. *Rev. géol.* XII, 200. 1876) sur des schistes graphiteux de Fondouk.

MÉTAVOLTITE

$$(K^2, Na^2, Fe)^5 \overset{\text{III}}{Fe}{}^6 S^{12}O^{50} + 18 H^2O$$

Rhomboédrique ou hexagonale.

Formes et faciès. La métavoltite forme des agrégats de petites lamelles hexagonales, aplaties suivant a^1 (0001), groupées en rosettes.

Dureté. 2,5.

Densité. 2,53.

Coloration et éclat. Jaune de soufre à jaune brun. Éclat très vif, à aspect terne.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net avec :

$\mathbf{n}_g$ = jaune,
$\mathbf{n}_p$ = jaune verdâtre clair.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à peu près à la composition du minéral du gisement originel (Perse), renfermant 14,58 °/₀ d'eau.

Propriétés pyrognostiques. Difficilement attaquable par l'eau, avec dépôt d'un sulfate basique rougeâtre ; attaquable par l'acide chlorhydrique ; donne nettement les réactions du potassium.

1. L'epsomite des houillères incendiées de Montcel, décrite page 217, se trouve souvent dans les collections avec la désignation incorrecte de pickéringite, de même que des échantillons d'alunogène, mélangé d'epsomite, de diverses localités.

Diagnostic. Par sa forme hexagonale, la métavoltite se distingue de la copiapite ; par les réactions microchimiques du potassium, elle se différencie des autres sulfates basiques hexagonaux (apatélite, etc.) : elle se distingue de la jarosite par sa densité plus faible et son attaquabilité par l'eau.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La métavoltite paraît être assez fréquente parmi les produits d'altération des roches silicatées alumineuses et potassiques, soit sous l'influence des fumerolles volcaniques, soit sous celle des produits de décomposition des pyrites. Elle doit être recherchée dans tous les produits jaunes formés dans ces conditions ; un lavage rapide de ceux-ci à l'eau froide la fait apparaître, la métavoltite étant beaucoup moins soluble que tous les autres sulfates pouvant l'accompagner.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai rencontré la métavoltite à l'état isolé, sous forme de poussière cristalline, jaune, remplissant les intervalles de cristaux de quartz du filon de Maranas en Ambazac.

RŒMÉRITE

$$(Fe.OH)^2 \, FeH^2 (SO^4)^4 + 12 \, H^2O$$

Triclinique ; $mt = 83°12'$

$b : c : h = 1000 : 1187,50 : 2077,74$ D $= 789,19$ d $= 764,10$

$$\begin{array}{lrr} \text{angle plan de} & p = & 91° \, 51' \\ \text{—} & m = & 110° \, 8' \\ \text{—} & t = & 73° \, 26' \end{array}$$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,9682 : 1 : 2,6329 \text{ (Linck)} \\ zy = 116°2' \quad zx = 94°41' \quad xy = 80°8' \end{array} \right]$$

Formes observées. p ; (001) ; h^1 (100), g^1 (010), t(110), ^5g (320) ; $o^{8/5}$ (508), a^1($\bar{1}$01) ; i^1 (011), e^4(0$\bar{1}$4), e^3 (0$\bar{1}$3), e^2 (0$\bar{1}$2), e^1 (0$\bar{1}$1).

	Angles calculés.		Angles calculés.
$^*h^1 g^1$	81°17′	$p i^1$	131°22′
$^5g g^1$	140° 4′	$^*p g^1$	115°40′
$^*g^1 t$	133° 2′	$p e^1$	86°12′
$p o^{8/5}$	123°17′	$p e^2$	109°18′
$^*p h^1$	90°24′	$p e^3$	127°49′
$^*p a^1$	111°33′	$p e^4$	139°48′
$p t$	110°27′	$h^1 e^2$	99°18′

Facies. La rœmérite se trouve uniquement sous forme de cristaux enchevêtrés à faciès monoclinique ; ils sont aplatis suivant p (001), quelquefois allongés suivant pg^1. Les formes dominantes sont d'ordinaire p, t, a^1, $o^{8/5}$, i^1.

Les faces de la zone $p\ g^1$ sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Le minéral se présente aussi sous forme d'agrégats grenus très cristallins.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait ; cassure inégale.

Dureté. 3 à 3, 5. Fragile.

Densité. 2, 10, à 2,15 ; 2,15 (Muséum).

Coloration et éclat. Brun châtaigne à brun jaunâtre plus ou moins foncé. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est inclinée d'environ 30° sur p ; à travers cette dernière face, on voit en lumière convergente l'image d'un axe optique sur le bord du champ ; la trace du plan des axes optiques y coupe l'angle obtus des arêtes $p\ h^1$ et pg^1.

$$2Ha = 57°45'$$

Pléochroïsme. Le minéral est nettement pléochroïque dans les teintes brunes avec $\mathbf{n}_m > \mathbf{n}_p = \mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule $(Fe.OH)^2 FeH^2 (SO^4)^4 + 12 H^2O$ ou Fe^2O^3, FeO, $4SO^3 + 14H^2O$ correspond à la composition *a*) ; *b*) analyse par M. Pisani de la rœmérite formée dans la collection du Muséum.

	a	b
SO^3	39,80	38,60
Fe^2O^3	19,90	16,90
Al^2O^3	»	3,20
FeO	8,95	9,18
Na^2O [+ $(AzH^4)^2O$]	»	1,62
H^2O	31,35	30,50
	100,00	100,00

Saveur. Saveur saline, un peu astringente.

Essais pyrognostiques. Facilement soluble dans l'eau en donnant une solution acide, d'où se précipite un sel basique sous l'action de la chaleur.

La solution donne les réactions du fer au maximum et au minimum.

Diagnostic. Parmi les sulfates solubles, la rœmérite ne pourrait être confondue qu'avec la *castanite*; mais celle-ci est monoclinique; avec les réactifs, elle ne donne que les réactions du fer au maximum (Fe^2O^3, $2SO^3 + 8H^2O$).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La rœmérite accompagne d'autres sulfates dans les produits d'altération de la pyrite de quelques gisements. Elle se forme parfois dans les collections.

Tels sont les cas que j'ai à signaler ici ; un échantillon de lignite pyriteux de l'argile plastique des environs de Paris (Issy), conservé depuis vingt ans dans la collection géologique du Muséum, s'est couvert d'une masse de cristaux enchevêtrés que M. Stanislas Meunier a bien voulu me remettre.

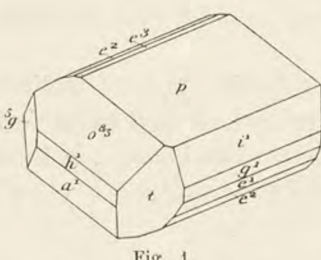


Fig. 1.
Rœmérite. Type habituel.

Ils possèdent toutes les propriétés énumérées plus haut; ils se rapportent au type de la figure 1, que je donne ci-contre, d'après Linck. Ce sont ces cristaux, dont l'analyse est donnée en *b*. Ils n'ont que quelques millimètres et sont très enchevêtrés.

J'ai rencontré le même minéral sur un échantillon de stibine et de pyrite. Les cristaux sont plus petits et distribués à la surface de l'échantillon au lieu de former des croûtes pesant quelques grammes, comme dans le cas précédent.

La production de la rœmérite s'explique par les expériences de Scharizer, qui a obtenu ce minéral en maintenant à l'air humide un mélange en proportion convenable de sulfate ferreux et de sulfate ferrique acide; la rœmérite ne se forme que lorsque la quantité d'eau est réduite au minimum, ce qui permet de comprendre pourquoi elle n'existe pas dans les environs des gisements de Paris, où abondent d'autres sulfates de fer.

BOTRYOGÈNE

$(Mg,Fe)(FeOH)(SO^4)^2 + 7\ H^2O$

Monoclinique : $mm = 119°30'$

$b : h = 1000 : 501{,}33$ $D = 836{,}40$ $d = 548{,}17$

Angle plan de $p = 113°31'$

— $m = 104°29'$

[$a : b : c = 0{,}6554 : 1 : 0{,}5994$ (Eakle)
$zx = 62°51'$]

Faciès. Le botryogène se présente en petits cristaux, souvent à peine distincts, peu allongés suivant la zone prismatique, dont les faces sont striées verticalement. Il forme le plus souvent des globules hérissés de groupements cristallins, des agrégats botroïdes, etc.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), distincts suivant m (110).

Dureté. 1,5 à 2.

Densité. 2,04 à 2,14.

Coloration et éclat. Rouge hyacinthe foncé, jaunâtre dans les variétés compactes. Poussière jaune d'ocre. Translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) faisant avec l'axe vertical un angle de 12° dans l'angle aigu de ph^1. Dispersion $\rho < v$.

$\mathbf{n}_g = 1{,}572$ (Na) (Eakle)
$\mathbf{n}_m = 1{,}548$
$\mathbf{n}_p = 1{,}544$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}028$, d'où $2\ V = 40°54'$.

Pléochroïsme. Nettement pléochroïque dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = rouge orangé foncé.
$\mathbf{n}_m$ = rouge pâle.
$\mathbf{n}_p$ = jaune vif.

Saveur. Saveur un peu astringente.

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la

formule $Mg(FeOH)(SO^4)^2 + 7 H^2O$ ou $2 MgO, Fe^2O^3, 4 SO^3 + 15 H^2O$ est donnée en *a*) ; cette composition est celle réalisée par le botryogène de Knoxville (Californie), qui a servi à déterminer les constantes physiques données plus haut. Plus souvent une partie du magnésium est remplacée par du fer, la composition *b*) correspond au cas où $MgO : FeO = 1 : 1$.

c) Analyse d'un minéral de Charbes [*Alsace*] rapporté au botryogène par M. Ungemach (*B. S. M.* XXIX. 270. 1906).

	a	*b*	*c*
SO^3	38,5	37,2	32,42
Fe^2O^3	19,3	18,5	26,64
Al^2O^3	»	»	2,73
FeO	»	8,3	»
MgO	9,6	4,6	6,18
H^2O	32,6	31,4	31,04
P^2O^5	»	»	0,11
	100,0	100,0	99,12

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, en laissant un résidu rouge. Au chalumeau, devient magnétique. Attaquée par l'eau bouillante, avec résidu d'un sulfate basique à aspect ocreux.

Altérations. Par exposition à l'air humide, se couvre d'une poussière jaune.

Diagnostic. Parmi les sulfates solubles, le botryogène se distingue par sa couleur et ses formes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le botryogène est un produit secondaire des gisements métallifères ou volcaniques renfermant de la pyrite.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a trouvé (*op. cit.*) dans les fentes des schistes avoisinant le filon méridional de la Mine en Charbes (Val de Villé), de petites aiguilles d'un minéral, qu'il attribue au botryogène ; leur couleur varie, suivant leur épaisseur, du jaune brun au brun rouge. Elles sont réunies en faisceaux et parfois terminées par une face plane, faisant avec l'axe vertical un angle de 124°. Ce minéral possède une densité de 1, 9 à 2,2 ; son analyse est donnée en *b*), elle conduit à des résultats assez éloignés de ceux du botryogène donnés plus haut et serait mieux représentée par la formule $3MgO, 4Fe^2O^3, 8SO^3 + 34H^2O$ proposée par cet auteur.

LETTSOMITE

(*CYANOTRICHITE*)

$Al^2 Cu^4 SO^{10} + 8H^2O$

Orthorhombique.

Faciès. La lettsomite se rencontre uniquement en tapis de petites aiguilles veloutées, parfois groupées en sphérolites peu cohérents.

Densité. 2,95.

Coloration et éclat. Bleu de ciel plus ou moins foncé. Poussière bleu clair. Transparente. Éclat nacré et velouté.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à l'allongement des aiguilles ; la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est perpendiculaire à l'une des faces de cette même zone. L'écartement des axes est grand. La dispersion $\rho < v$ est forte autour de la bissectrice aiguë.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense. J'ai observé dans les cristaux de la mine de la Garonne :

$\mathbf{n}_g$ = bleu d'azur foncé.
$\mathbf{n}_m$ = bleuâtre presque incolore.
$\mathbf{n}_p$ = bleu pâle.

Composition chimique. La formule $Al^2Cu^4SO^{10} + 8\ H^2O$ ou $4\ CuO$, $Al^2O^3,SO^3 + 8H^2O$, correspond à la composition donnée en *a*.

b) Analyse de la lettsomite de la mine de la Garonne par M. Pisani (*C. R.* LXXXVI. 1418. 1878)

	a	b
SO^3	12,4	12,10
Al^2O^3	15,9	11,21
Fe^2O^3	»	1,41
CuO	49,3	49,00
CaO	»	2,97
H^2O	22,4	22,50
	100,0	99,19

Essais pyrognostiques. Soluble dans les acides.

Diagnostic. La lettsomite est le seul sulfate bleu, se présentant en aiguilles, qui contienne de l'alumine (voir à aurichalcite).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var.* La lettsomite est un minéral rare, connu seulement dans quelques gisements cuprifères.

Les plus beaux échantillons connus de ce minéral sont peut-être ceux qui ont été rencontrés jadis à la mine de la Garonne, où la lettsomite constitue de magnifiques tapis de longues aiguilles bleu de ciel, dans les fentes de grès cuprifères. Elle y est le plus souvent associée à la chessylite, à la malachite, à la chalcophyllite, à la tyrolite et plus rarement à l'adamite.

MOLYBDATES ET TUNGSTATES

MOLYBDATES ET TUNGSTATES[1] ANHYDRES

GROUPE DE LA SCHEELITE

Le groupe de la scheelite est constitué par les espèces suivantes, qui sont isomorphes. Elles cristallisent dans le système quadratique et sont parahémiédriques.

**Powellite*........	$CaMoO^4$
Wulfénite........	$PbMoO^4$
Scheelite.........	$CaWO^4$
**Cuproscheelite*.	$(Ca,Cu)WO^4$
**Stolzite*..........	$PbWO^4$

La wulfénite et la scheelite seules ont été rencontrées dans des gisements français.

WULFÉNITE

$PbMoO^4$

Quadratique ; parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 1114,718 \text{ (Dx)} \quad D = 707,107$$

$$[a : c = 1 : 1,57645.]$$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), $_{1/2}h^5$ [π (320)] ; $_{1/2}$ h^{11}

1. La recherche qualitative de l'acide tungstique, et de l'acide molybdique peut se faire facilement en fondant le minéral dans un peu de carbonate de sodium et en plaçant un fragment du produit de la fusion dans un verre de montre, qui renferme quelques milligrammes d'hydroquinone, de morphine ou de naphtol, dissous dans l'acide sulfurique ; on observe les colorations prises par la solution : celles qui sont écrites en italiques dans le tableau de la page 9 du tome III, sont caractéristiques.

[π (650)]; a^{12} (1.0.12), a^3 (103), $a^{5/2}$ (205), a^2 (102), $a^{11/5}$ (5.0.11), $a^{3/2}$ (203), a^1 (101); b^8 (1.1.16), b^4 (118), $b^{3/2}$ (113), $b^{1/2}$ (111);
$_{1/2}t = (b^{1/2}\ b^{1/16}\ h^{1/7})$ [π (977)];

Macles. Groupements par pénétration parallèles à h^1 (100), comme dans la scheelite.

Les angles suivants ont été mesurés par M. Cesàro (C) sur des cristaux d'Algérie ou par moi-même (Lx) sur ceux du Congo et du Beaujolais.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	90°	
mh^1	135°	
mh^5	168°41′	
$m\ h^{11}$	174°48′	
pa^{12}	172°31′	
$a^{12}a^{12}$	14°38′	
pa^3	152°17′	
a^3a^3 s. h^1	55°26′	
$pa^{5/2}$	147°66′	147°46′ (Lx)
$a^{5/2}\ a^{5/2}$	64°23′	64°28′ (Lx)
$pa^{11/5}$	144°22′	143°42′ (Lx)
$a^{11/5}a^{11/5}$	71°11′	72°22′ (Lx)
pa^2	141°45′	
a^2a^2 s. h^1	76°30′	76°28′ (Lx)
$pa^{3/2}$	133°35′	
$a^{3/2}\ a^{3/2}$ s. h^1	92°31′	93° 0′ (Lx)
pa^1	122°23′	122°28′ (Lx)
a^1a^1 s. h^1	115°14′	115°19′ (Lx)
$a^1\ a^{3/2}$	168°48′	
a^1a^2	160°38′	
$a^{12}a^{12}$ adj.	169°26′	
a^3a^3	141°35′30″	
$a^{5/2}\ a^{5/2}$	135°41′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
a^2a^2	128° 5′	
$a^{3/2}\ a^{3/2}$	118°22′	118°18′ (Lx)
a^1a^1	106°40′	
pb^8	172° 4′	
b^8b^8 s. m.	15°52′	
pb^4	164°26′	
b^4b^4	31° 8′	
$pb^{3/2}$	143°23′	
$b^{3/2}b^{3/2}$	73°14′	
$pb^{1/2}$	114°9′30″	114°12′ (C)
*$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. m.	131°41′	131°44′ (C) 28′ (Lx)
$b^{1/2}b^{3/2}$	150°46′30″	150°56′ (C)
b^8b^8 adj.	168°48′	
$b^4\ b^4$	158° 7′	
$h^1b^{3/2}$	114°57′	
$b^{3/2}\ b^{3/2}$ s. a^3	130° 6′	
$h^1\ b^{1/2}$	130°11′	
$tb^{1/2}$	172°50′	172°45′ (C)
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s. a^1	99°38′30″	99°41′ (C)
$b^{1/2}\ a^1$	139°49′	
h^1a^1	90°	
$h^5\ b^{1/2}$ adj.	153°28′	

Formes des cristaux. La wulfénite se présente le plus souvent en cristaux distincts appartenant à différents types.

Type I. Tables à section carrée, dont la base est accompagnée ou remplacée par des deuterooctaèdres très surbaissés, tels que a^{12} (1.0.12) (fig. 5).

Type II. Octaèdres a^x (fig. 12), le plus généralement accompagnés d'une base, parallèlement à laquelle les cristaux sont fréquemment aplatis (fig. 2, 3, 6).

Type III. Contrairement au type précédent, la zone verticale est

très développée ; ou bien les cristaux sont basés (type III *a*) et quelquefois réduits à *p m*, ils ressemblent alors à des cubes par suite de leur égal développement suivant les axes *a* et *c*, ou bien (type III *b*), ils sont terminés par des protopyramides et en particulier par $b^{1/2}$ (111), (fig. 7).

C'est dans les cristaux des deux derniers types que la parahémiédrie est parfois visible, grâce à l'existence d'hémiprismes octogonaux (fig. 1 et 8) ou d'hémidioctaèdres (fig. 9). La base est quelquefois striée parallèlement aux arêtes $p\,b^{1/2}$; elle est le plus souvent ondulée, de même que *m* et h^1.

La wulfénite se trouve aussi en masses grenues plus ou moins finement cristallines.

Clivages. Clivages nets suivant $b^{1/2}$ (111), mais interrompus ; très difficiles suivant *p* (001) et $b^{3/2}$ (113). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 2, 5 à 3. Très fragile.

Densité. 6, 7 à 7.

Coloration et éclat. La couleur la plus habituelle est le jaune de cire ou le jaune de miel passant souvent à l'orangé ; il existe aussi des variétés incolores, grises, jaunes, vertes, enfin orangées ou d'un rouge vif : la coloration varie parfois d'une façon régulière ; elle met en évidence des variations de forme au cours de la cristallisation. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat adamantin ou résineux très éclatant.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

Les lames *p* (001) montrent parfois des anomalies du type fréquent parmi les minéraux quadratiques : division en quatre secteurs biaxes, (A. de Gramont. *B. S. M.* XVI. 128. 1893).

$$\mathbf{n}_g = 2.402 \text{ (rouge Dx)}$$
$$\mathbf{n}_p = 2.304$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0.098$$

Pléochroïsme. Il existe un pléochroïsme net dans tous les cristaux colorés ; il a lieu généralement dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule $PbMoO^4$ correspond à la composition suivante :

MoO^3. . . .	39.3
PbO.	60.7
	100.0

La wulfénite est généralement très pure ; elle contient seulement parfois un peu de calcium. Des traces de chrome ont été trouvées dans quelques wulfénites rouges, mais celles-ci paraissent en général devoir leur couleur à une autre cause (fer). Quelques wulfénites contiennent du vanadium.

Propriétés pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite vivement, prend une couleur plus foncée, qui s'atténue par refroidissement, puis fond facilement. Sur le charbon, avec du carbonate de sodium, elle est réduite en un globule de plomb ; avec le sel de phosphore, elle donne une perle d'un vert jaune au feu oxydant et d'un vert foncé au feu réducteur (molybdène).

Attaquée par l'acide chlorhydrique, avec dépôt de chlorure de plomb et d'acide molybdique. Le résidu humecté d'eau et mélangé avec du zinc métallique prend une coloration d'un bleu foncé, *qui ne disparaît pas par addition d'eau*. Voir la note de la page 267.

Diagnostic. La forme de la wulfénite permet aisément de la distinguer de la pyromorphite, qui l'accompagne si souvent et qui possède fréquemment alors la même couleur ; les réactions pyrognostiques avec le sel de phosphore (perle bleue au feu réducteur) différencient nettement la stolzite de la wulfénite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wulfénite est un minéral du chapeau d'oxydation des filons de galène et d'une façon générale de tous les gisements métallifères contenant ce minéral ; dans les gisements français, elle s'y présente en petits cristaux, parfois très nets, associés à la pyromorphite, la cérusite.

Plateau Central. — *Creuse*. La wulfénite en petites lames quadratiques a été trouvée avec pyromorphite aux affleurements du filon de scheelite, cassitérite et bismuthinite de Meymac (cristaux jaune pâle).

Rhône. La wulfénite a été tout d'abord signalée dans le Beaujolais par Fournet (*Ann. soc. agric. Lyon*, 1845) ; je l'ai moi-même rencontrée sur les haldes (*B. S. M.* VI. 80. 1883) de toutes les anciennes mines de la région de Chenelette et en particulier à la Douze, à Propières en Poule, à Montchonay en les Ardillats. (J'ai indiqué autrefois les échantillons de cette dernière mine comme se trouvant à Monsols, qui est la commune limitrophe.) Elle s'y présente soit seule dans

les cavités du quartz, soit associée à la pyromorphite et alors généralement postérieure à ce minéral.

Je l'ai rencontrée sous trois aspects différents. Parfois (Propières, Montchonay), elle constitue de petits parallélipipèdes, formés par la base et un prisme, qui semble être m. Les arêtes basiques sont souvent courbes par suite de l'existence d'un prisme hémièdre voisin de m [probablement h^{11} $(650)^1$] (fig. 1)] que je n'ai pu déterminer exactement à cause de l'arrondissement de ses faces, qui sont en outre ternes. Ces cristaux, pouvant atteindre 4 mm., sont bruns ou d'un jaune rouge, ils sont opaques ; tantôt aplatis ou allongés suivant l'axe vertical et tantôt isométriques ; dans ce dernier cas, ils ressemblent à des cubes à faces bombées. Ces cristaux sont implantés sur de la pyromorphite verdâtre ou brune.

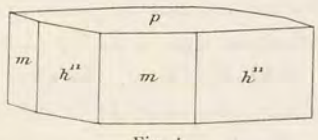
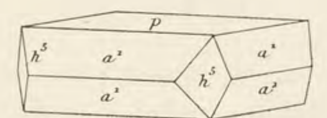
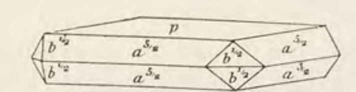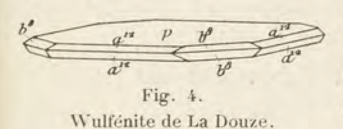


Fig. 1.
Wulfénite de Montchonay.

Les meilleurs cristaux sont aplatis suivant la base ; ils présentent deux combinaisons $p a^1{}_{1/2} h^5$ (fig. 2) et $a^{5/2}$ (205) $b^{1/2}$ (fig. 3). Les faces $b^{1/2}$ sont très brillantes, alors que les autres sont ternes ou peu réfléchissantes. Ces cristaux, d'un jaune rougeâtre, ont en moyenne de 2 à 4 mm. et sont en grand nombre implantés sur du quartz, avec un peu de psilomélane (Montchonay, Chenelette).



Fig. 2 et 3.
Wulfénite de Chenelette.

Enfin, il existe aussi des lames très aplaties suivant la base, tantôt rougeâtres, existant seules sur le quartz (La Douze), tantôt d'un beau jaune d'or et alors implantées sur de la pyromorphite de même couleur ; elles sont parfois bordées de pyramides très obtuses a^{12} (1.0.12), avec b^4 (118) ou b^8 (1.1.16.) (fig. 4).


Fig. 4.
Wulfénite de La Douze.

Enfin, j'ai observé de très petits cristaux jaunes, accompagnant à Chenelette la pyromorphite et la cérusite ; ils sont aplatis suivant p et présentent en outre de la base une pyramide, dont l'angle sur p est de

107°48′ et l'angle avec p de 143°32′ ; ces angles correspondent assez bien à ceux de $b^{3/2}$ (113), mais tous les autres cristaux du même gisement présentant comme formes dominantes une pyramide a^x, il me paraît vraisemblable qu'il en est de même pour ceux-ci, dont la pyramide devrait être considérée comme nouvelle, $a^{11/5}$ (5.0.11). J'ai rencontré aussi (Chenelette) la pyromorphite et la wulfénite directement implantées sur la galène. La couleur rougeâtre de la wulfénite du Beaujolais est due à du fer et non à du chrome.

Puy-de-Dôme. Bouillet a signalé (*Top. minér.*, 1829. 177) la wulfénite à la mine de Roure à Pontgibaud.

Haute-Vienne. La wulfénite a été signalée dans le filon de wolfram de Puy-les-Vignes, près Saint-Léonard.

Saône-et-Loire. J'ai rencontré de très petits cristaux de wulfénite à la surface de cristaux et de masses mamelonnées de la pyromorphite

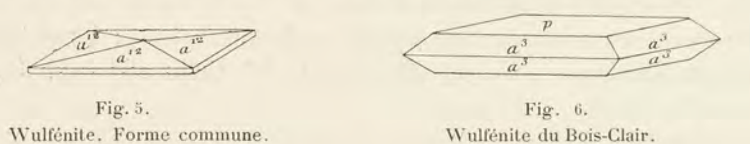


Fig. 5.
Wulfénite. Forme commune.

Fig. 6.
Wulfénite du Bois-Clair.

d'Arleuf, qui m'ont été communiqués par M. Marlot : ce sont de petites lames du type I, avec a^{12}(1.0.12) (fig. 5) accompagné parfois de p.

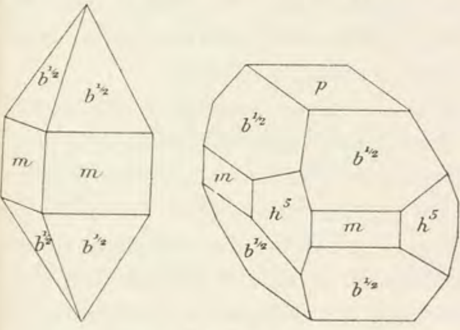
J'ai trouvé le même minéral, avec les mêmes associations, dans des échantillons recueillis dans un filon de galène, rencontré par les travaux du tunnel du Bois-Clair près de Cluny. Les cristaux de wulfénite sont implantés sur ceux de pyromorphite : ils présentent la combinaison a^3 (103) p (fig. 6).

Alpes. — *Isère*. La wulfénite est l'un des minéraux rares signalés autrefois au pied de la montagne des Chalanches près de la cascade du Bâton, elle y formait de petits cristaux jaunes ou gris très nets sur une amphibolite ; ils étaient implantés sur de l'épidote.

Savoie. Les anciennes mines de Macot en Tarentaise ont fourni de petits cristaux rouge vif de wulfénite.

Algérie. — *Constantine*. Je dois à M. Cesàro la communication de l'étude inédite de cristaux de wulfénite, provenant de Sidi Rouman, mine située à 13 km. de Tébessa. Ils ne dépassent pas 2 mm. ; ils sont implantés avec cérusite dans les cavités de mimé-

tite verte. Ils sont d'un jaune de miel et appartiennent au type III. Les uns, réduits à m $b^{1/2}$, sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 7), avec parfois de petites facettes $b^{3/2}$ (113), souvent p, ${}_{1/2}h^5$ [π (320)] (fig. 8). D'autres ne présentent que les faces p et m et ont un



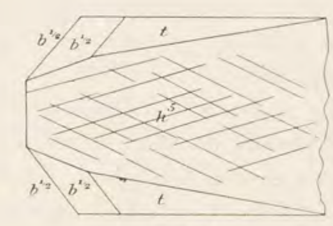


Fig. 7 et 8.
Wulfénite de Sidi Rouman
(Type III).

Fig. 9.
Wulfénite de Sidi Rouman
(Projection sur m).

aspect cubique ou sont aplatis suivant la base, qui porte des figures de corrosion rectangulaires, dont les côtés sont parallèles à l'arête $p\,h^1$; il existe parfois aussi de petits biseaux $b^{1/2}$ et des traces de ${}_{1/2}h^5$. Enfin, une dernière catégorie de cristaux est caractérisée par la prédominance de ${}_{1/2}h^5$, avec une pyramide ${}_{1/2}\,s$ indéterminable et de petites facettes brillantes de l'hémipyramide nouvelle ${}_{1/2}\,t$ [π (977)] (fig. 9).



Fig. 10.
Cristal de wulfénite de Mindouli implanté sur calcaire et couvert de cristaux de dioptase. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Congo. — Les mines de cuivre de la région de Mindouli renferment des cristaux de wulfénite, dont quelques-uns sont parmi les plus beaux échantillons de ce minéral que j'ai eu l'occasion de voir. J'ai pu les étudier tout d'abord (*B. S. M.* XXXI. 257. 1908) grâce à l'obli-

geance de M. Lucas : depuis lors, M. de Romeu m'en a rapporté de nouveaux cristaux.

A Mindouli même, les cristaux de la combinaison $p\ a^1$, incolores ou gris, atteignent 2 cm. 5 de côté ; ils sont implantés sur la dioptase et recouverts de cristaux du même minéral (fig. 10). Dans tous les échantillons que j'ai vus, une même géode ne renferme qu'un seul cristal : la gangue est constituée par un calcaire siliceux.

Dans la recherche de Tchicoumba, le même minéral a été trouvé en cristaux presque aussi gros, dans une gangue différente : ils sont implantés au milieu de géodes uniquement quartzeuses, creusées dans une roche essentiellement constituée par du quartz et de la willémite et parfois de la cérusite. Là encore, il n'existe généralement qu'un gros cristal par géode, parfois seulement associé à un peu de pyromorphite. La couleur des cristaux rappelle celle de la wulfénite du Comté de Yuma, mais avec une teinte très nettement orangée. Quelques

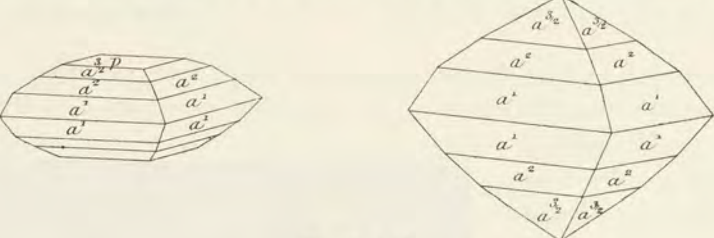


Fig. 11 et 12.
Wulfénite de Tchicoumba.

cristaux sont formés par la combinaison $p\,a^1$, avec aplatissement suivant p. D'autres ne présentent pas de base ou ne la portent que sous forme de petites facettes ; ils sont constitués (fig. 11 et 12) par a^2 (102), $a^{3/2}$ (203), a^1 (101), avec probablement le prisme nouveau $_{1/2}h^{13}$ [π (760)] ($a^1\ h^{13}$ calc. $=129°53'$, obs. $129°10'$). Un beau cristal, que je n'ai pu isoler de sa gangue, présente en outre plusieurs hémipyramides, qui, par suite, n'ont pu être déterminées.

Des cristaux identiques se trouvent à Kinguembo, Koumbakoa, Nzombo, Pimbi, dans les mêmes conditions qu'à Tchicoumba : ces divers gisements sont situés à l'Ouest de Mindouli. A Pimbi, les cristaux se trouvent, comme à Tchicoumba, dans les druses quartzeuses d'une gangue formée de quartz, de willémite et de cérusite ; ils sont quelquefois englobés dans cette roche au milieu de laquelle ils jouent le rôle de phénocristaux : j'ai examiné des cristaux groupés, associés à de la planchéite.

SCHEELITE

$CaWO^4$

Quadratique, parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 1365{,}4$ (Dx)[1] $D = 707{,}107$

$[a : c = 1 : 1{,}5338]$

Formes observées. p (001) ; a^1 (101) ; $b^{1/2}$ (111) ;
$\dot{\gamma} = {}_{1/2}\,(b^1\, b^{1/3}\, h^{1/2})$ [π(212)] ; $z = {}_{1/2}\,(b^{1/2}\, b^{1/4}\, h^{1/3})$ [π (313)] ; $s = {}_{1/2}$ $(b^{1/2}\, b^{1/4}\, h^1)$ [π(311)] ; $y = {}_{1/2}\,(b^{1/14}\, b^{1/16}\, h^{1/13})$ [π(15.1.13)] ;

Macles. Macle suivant h^1 (100), très fréquente dans certains gisements, se produisant soit par contact, soit par pénétration.

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Framont par Des Cloizeaux (Dx), par Ch. Friedel (F), ou par moi-même (Lx).

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
pa^1	123°6′30″		$a^1\,a^1$ s. b	107°22′	
*$a^1\,a^1$ s. p	66°13′	66°13′ (F)	$b^{1/2}\,b^{1/2}$	100° 6′	100° 4′ (Lx)
$pb^{1/2}$	114°14′		$b^{1/2}\,\gamma$	162°46′	162° 8′ (Lx)
$b^{1/2}\,b^{1/2}$ s. p	49°31′	49°32′ (Dx)	$b^{1/2}\,z$ adj.	155°39′	155°40′ (Dx)
$p\gamma$	120°15′		$b^{1/2}\,a^1$	140° 3′	140° 3′ (Dx)
$\gamma\gamma$	119°30′		$b^{1/2}\,s$ adj.	151°39′	151°35′ (Lx)
pz	121°45′		$a^1\,z$ adj.	164°24′	164°21′ (Dx)
ps	101°39′		$a^1\,\gamma$	157°17′	157°12′ (Lx)
zz	116°31′		$a^1\,s$ s. $b^{1/2}$	111°42′	111°43′ (Lx)
ss	156°42′	156°41′ (Dx)	$a^1\,y$ adj.	175° 5′	175° 0′ (F)
py	119°25′		$a^1\,s$ adj.	152°42′	152°46′ (F)
yy	121°10′				

Facies des cristaux. Les cristaux de scheelite appartiennent à deux types.

Type I. Ce type est caractérisé par la prédominance de l'octaèdre a^1 (101) (fig. 5 et 6) .

1. Ces paramètres sont déduits de l'angle fondamental de Des Cloizeaux, mais je n'ai pas adopté son orientation, parce qu'elle ne met pas en évidence l'isomorphisme de la scheelite et de la wulfénite. Voici la correspondance :

		Dx			Dx
$b^{1/2}$(111)	=	a^1 (101)	γ (15.1.13)	=	y $(b^1\, b^{1/15}\, h^{1/13})$ (8.7.13)
a^1 (101)	=	b^1 (112)	s (311)	=	a_3 (211)
z (313)	=	$a_{1/3}$ (213)	γ(212)	=	$a_{1/2}$ (314)

Type II. La forme dominante est $b^{1/2}$ (111) (fig. 1 à 5).

Il existe des termes de passage entre ces deux types.

Type III. Ce type, beaucoup plus rare et qui ne se rencontre pas dans les gisements français, correspond au type II de la wulfénite. Il est caractérisé par le grand aplatissement des cristaux parallèlement à p (001).

Les faces p sont souvent raboteuses, les faces a^1 striées parallèlement à leur intersection avec $b^{1/2}$.

La scheelite se trouve aussi en masses grenues ou compactes.

Clivages. Clivages, distincts suivant $b^{1/2}$ (111), interrompus suivant a^1 (101) ; traces suivant p (001). Cassure inégale.

Dureté. 4,5 à 5. Fragile.

Densité. 5,9 à 6,1. 6,05 (Framont et Saint-Lary).

Coloration et éclat. Blanche, blanc jaune, jaune de diverses nuances, brun vert à rouge, orangée. Poussière blanche.

Éclat vitreux inclinant à l'adamantin, surtout dans la cassure.

Propriétés optiques. Uniaxe *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}934 \text{ Dx (rouge)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}918$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}016$$

Composition chimique. La formule $CaWO^4$ correspond à la composition *a*.

Analyses de la scheelite :

b) de Framont, par Delesse (*in* Carrière. *B.S.G.* X. 15. 1853).

c) de Saint-Lary, par M. Jannettaz (*B. S. M.* IX. 39. 1886).

d) et *f*) de Meymac, par M. Ad. Carnot (*C. R.* LXXIX. 737.1874).

	a	*b*	*c*	*d*	*f*
WO^3	80,6	80,35	80,6	74,50	74,20
CaO	19,4	19,40	19,4	18,70	18,84
FeO	»	»	»	1,05	1,51
MnO	»	»	»	0,30	0,35
Ta^2O^5	»	»	»	»	0,40
Quartz	»	»	»	5,20	4,24
	100,0	99,75	100,0	99,75	99,54

M. Traube a montré qu'il existe souvent dans la scheelite une quantité plus ou moins considérable de molybdène, remplaçant une proportion équivalente de tungstène, ce qui explique probablement les varia-

tions angulaires des cristaux de scheelite de localités différentes : les variétés de couleur claire sont celles qui renferment le moins de molybdène : les cristaux d'une même localité en contiennent en proportion inégale.

M. Arsandaux a fait, dans mon laboratoire, des essais qualitatifs sur la scheelite des gisements décrits plus loin : la réaction du molybdène fournie par la scheelite de Framont est très nette, alors que des résultats négatifs ont été obtenus avec celle des autres gisements.

Essais pyrognostiques. Difficilement fusible en un verre translucide. Se dissout dans le borax en une perle transparente qui, par refroidissement, devient blanche, opaque et cristalline. Avec le sel de phosphore, donne au feu oxydant un verre incolore qui, au feu réducteur, est vert à chaud et bleu à froid.

Soluble dans les acides azotique et chlorhydrique, en laissant un résidu jaune d'acide tungstique ; soluble dans l'ammoniaque.

La recherche qualitative du molybdène peut être faite de la façon suivante : le produit de la fusion de la scheelite dans le carbonate de sodium est dissous dans l'acide chlorhydrique ; l'hydrogène sulfuré précipite dans la solution légèrement acide le molybdène, qui peut être mis en évidence, soit par la perle du borax, soit par la réaction colorée indiquée en note, page 267.

Altérations. La scheelite présente des transformations en ferbérite, résultant probablement de l'action des produits de décomposition de sulfures métalliques ; la *reinite* n'est qu'une pseudomorphose de ce genre. La scheelite de Meymac présente des altérations en *meymacite*.

Diagnostic. La grande densité et l'éclat gras, les clivages difficiles constituent, en l'absence de formes géométriques (caractéristiques quand elles existent), un des caractères saillants de la scheelite. L'action des acides (résidu jaune de WO^3) rend son diagnostic facile.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La scheelite est surtout un minéral des filons stannifères ; on la trouve cependant dans d'autres gisements : je l'étudierai successivement dans les conditions suivantes :

1° dans les pegmatites,
2° dans les filons wolframifères et stannifères,

3° dans des filons spéciaux,
4° dans les filons ferrifères,
5° dans les fentes de diverses roches.

1° *Dans les pegmatites.*

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* J'ai décrit récemment (*B. S. M.* XXXI. 349. 1908), un très intéressant gisement de scheelite. Les échantillons étudiés ont été trouvés à Dinan, dans le fonçage d'un puits, à 400 mètres environ en dehors de la porte Saint-Denis (côté Ouest de la rue Beaumanoir). La scheelite forme de petites masses grises, veinées de noir, dans des parties pegmatoïdes du granite ; elle est en partie épigénisée par de la ferbérite, un peu manganésifère, finement grenue.

2° *Dans les filons wolframifères et stannifères.*

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La scheelite jaune d'or se trouve en petites masses cristallines, associée au wolfram de Montbelleux en Luitré ; elle paraît rare dans ce gisement.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La scheelite, associée à du wolfram, a été trouvée en petite quantité à Puy-les-Vignes près Saint-Léonard sous forme d'octaèdres $b^{1/2}$ (111) (fig. 1), jaune clair. Je dois à M. Besnard du Temple un cristal de scheelite (fig. 1), mesurant 4 cm. 5, entièrement transformée en *ferbérite* (voir page 283).

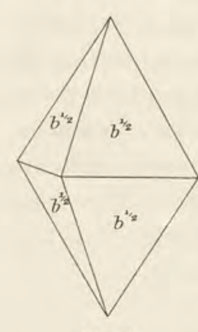


Fig. 1.
Scheelite. Type II.

On l'a rencontrée aussi en cristaux presque incolores, associés à des cubes de fluorine, sur la route de Pompadour à Magnac ; elle accompagne le wolfram à Mandelesse en Panazol, près de Limoges, à Népoulas (route de Paris).

Creuse. Elle se trouve dans les mêmes conditions au nord de Bourganeuf.

Corrèze. J'ai donné plus haut l'analyse de la scheelite qui, à Meymac, constitue l'une des gangues des minerais de bismuth. Elle forme des masses compactes ou clivables, généralement colorées en brunâtre ou en jaune par des imprégnations ferrugineuses. Cette scheelite est surtout remarquable par l'acide tantalique qu'elle renferme et par sa décomposition fréquente en *meymacite*, qui l'épigénise progressivement.

Dans ce même gisement, j'ai pu extraire quelques fragments d'octaèdres d'un blond clair, engagés dans la pyrite.

3° *Dans des filons spéciaux.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. MM. Jannettaz et Goguel ont publié (*B. S. M.* IX. 39. 1886) l'analyse d'une scheelite massive venant de Saint-Lary ; le gisement exact se trouve sur le chemin d'Aragnouet, au quartier de Caneilles, entre la route et le gave. Le minéral, quand il est pur, est gris, mais le plus généralement, il est teinté en jaune par de la limonite ; sa gangue est calcaire.

Nouvelle-Calédonie. — La scheelite en masses cristallines opaques, d'un blanc laiteux, constitue de petites poches au milieu d'un filon de datholite compacte ou lamellaire, qui paraît traverser une porphyrite très altérée de la vallée de Méa, près de Kouaoua.

4° *Dans les filons ferrifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. Les cristaux de scheelite de l'ancienne mine d'hématite de Framont sont parmi les plus beaux connus dans cette espèce : ils constituent l'un des plus rares et des plus intéressants minéraux de ce remarquable gisement. Ils ont été brièvement décrits ou cités par Carrière (*B. S. G.* X. 15. 1853), puis par Kenngott (*Uebers. miner. Forschung.* 1859. 34), par Max Bauer (*Jahr. Ver. Würtemb.* 1871. 191) et enfin par Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 260). J'ai examiné un assez grand nombre de ces cristaux et j'y ai rencontré quelques particularités nouvelles : les échantillons étudiés proviennent tous du Dr Carrière, les uns étaient dans sa collection récemment dispersée, les autres, contenus dans celle de Daubrée, ont été donnés par ce savant au Muséum.

Ils se rapportent à deux types ; ceux qui ont été antérieurement décrits atteignent 2 cm. 5. Bruns, à faces très éclatantes, ils sont translucides ou opaques et implantés sur une gangue quartzeuse et pyriteuse ; ils sont souvent recouverts par des cubes transparents de fluorine d'un bleu verdâtre, avec ou sans chalcopyrite.

Ces cristaux appartiennent au type II ; les combinaisons sont assez variées : $b^{1/2}$ (fig. 1) ; $b^{1/2}$ a^1 (fig. 2) ; $b^{1/2}$ a^1 avec de petites facettes linéaires $1/2$ z [313] entre a^1 et $b^{1/2}$ et enfin $1/2$ s, qui est toujours plus développé que les formes hémièdres précédentes. Enfin, il faut signaler $1/2$ y, observé par Ch. Friedel et qui est de même sens que s (fig. 3), d'après des Cloizeaux ; (par suite d'une erreur de gravure, les faces z ont été marquées ζ sur cette figure).

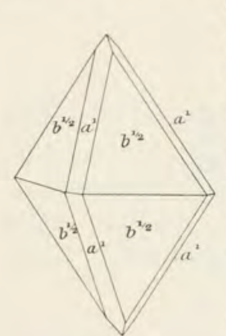


Fig. 2.
Scheelite de Framont (Type II).

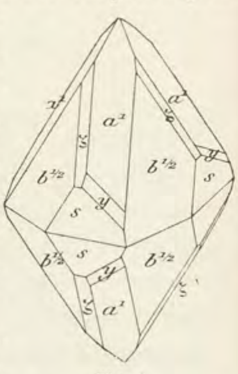


Fig. 3.
Scheelite de Framont (Type II).

Ainsi que l'ont fait déjà remarquer Kenngott et M. Max Bauer, ces cristaux sont presque toujours groupés, soit par accolement, soit par pénétration incomplète, soit enfin par pénétration parfaite, qui donne un édifice fermé, dont la complexité n'apparaît que lorsqu'il existe des faces hémièdres.

Il faut distinguer les simples groupements à axes parallèles, dans lesquels les faces hémièdres des individus constituants ont la même orientation, des véritables macles, avec rotation de 90° autour de l'axe quaternaire. La fig. 4 représente un cristal riche en faces et la figure 5 sa position après ce retournement. J'ai observé toutes les modalités possibles d'accolement et d'interpénétration réguliers de ces deux orientations : quand les faces a^1 portent des stries parallèles à l'arête a^1 s, ces groupements sont faciles à étudier : les deux faces $1/2$ s de deux cristaux en contact sont tantôt orientées de façon à donner au groupement un aspect holoèdre, elle forment alors des angles saillants, et tantôt de façon à former des angles rentrants.

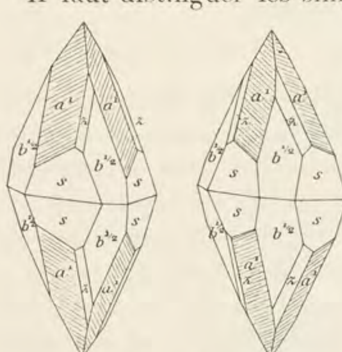


Fig. 4 et 5.
Scheelite de Framont. La fig. 5 représente le cristal de la fig. 4 après une rotation de 90° autour de l'axe vertical.

A côté de ces cristaux, j'en ai rencontré d'autres, qui ne semblent pas avoir été décrits jusqu'à présent ; ils ne dépassent guère 2 mm., leur couleur est le jaune paille ; ils sont implantés dans

les cavités d'un quartz pyriteux et reposent quelquefois sur une halloysite mamelonnée.

Ces cristaux du type I sont fréquemment dépourvus de tout groupement : c'est surtout le cas pour la combinaison a^1 $b^{1/2}$, dans laquelle, à l'inverse des cristaux précédemment étudiés, c'est a^1 qui est la forme dominante (fig. 6) ; dans d'autres échantillons, les cristaux présentent la combinaison a^1 $b^{1/2}$ $_{1/2}\gamma$ (212) $_{1/2}s$ (311) ; contrairement à ce qui a lieu pour les cristaux du type précédent, toutes les hémipyramides sont en zone (fig. 7) ; c'est sur ces petits cristaux que j'ai pris les mesures données plus haut. Les géodes de ces cristaux supportent de petites lames hexagonales incolores ou rouges de *francolite*.



Fig. 6.
Scheelite de Framont (Type I).

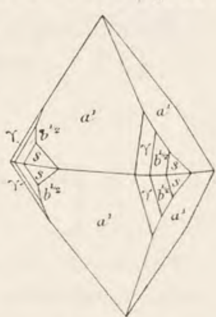


Fig. 7.
Scheelite de Framont (Type I).

5° *Dans les fentes de roches diverses.*

Alpes. — *Isère*. De Bournon a décrit (*J. M.* XIII. 161.1802) un cristal de scheelite, atteignant 2 cm. 5 de longueur, qui fut trouvé en 1788 dans le gisement d'anatase et de crichtonite du Puy près Saint-Christophe. Il présentait les formes (fig. 8) $b^{1/2}$ (111), a^1 (101) et p (001). Il avait un aspect fibreux (inclusions d'asbeste) ; sa densité était de 5.94. Depuis lors, ce minéral n'a plus été retrouvé dans l'Oisans.

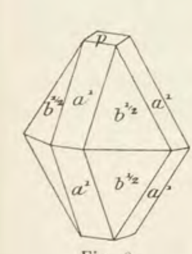


Fig. 8.
Scheelite de l'Oisans.

GROUPE DU WOLFRAM

Le groupe du wolfram comprend les trois minéraux suivants, qui sont monocliniques et isomorphes.

Ferbérite.............	$FeWO^4$
Wolfram.............	$(Fe, Mn) WO^4$
Hübnérite............	$MnWO^4$

FERBÉRITE

$FeWO^4$

Monoclinique : $mm = 101^\circ 7'$

$b : h = 1000 : 653,41$ $D = 772,17$ $d = 635,41$.

Angle plan de $p = 101^\circ\ 6'$

— $m = 90^\circ 24'$

[$a : b : c = 0,8229 : 1 : 0,8462$ (Groth).
$z\ x = 89^\circ 22'$]

Formes et facies. Les paramètres donnés ci-dessus ont été déduits de mesures faites sur des cristaux artificiels ; la ferbérite naturelle constitue des agrégats de cristaux, trop petits pour permettre des mesures ; ils ont l'aspect de ceux du wolfram.

Dureté. 4 à 4, 5.

Densité. 6, 9 à 7, 1.

Coloration et éclat. Comme le wolfram, mais opaque.

Composition chimique. La composition théorique est donnée en *a* : l'analyse *b*) a été faite par M. Nicolardot sur la ferbérite de Puy-les-Vignes, déduction faite d'une petite quantité de SiO^2 et de SnO^2, considérée comme impuretés. Comme la ferbérite du gisement originel, elle renferme un excès de fer sur la théorie.

	a	*b*
WO^3......	76,3	72,24
FeO.......	23,7	27,19
MnO......	»	0,57
	100,0	100,00

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme pour le wolfram, mais avec les réactions du manganèse faibles ou nulles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai rencontré la ferbérite, analysée plus haut, dans des échantillons provenant de Puy-les-Vignes et de Vaulry, que je dois à M. Besnard du Temple ; elle constitue des masses miarolitiques, noires, formées par de petits cristaux enchevêtrés, résultant de la transformation du wolfram à Vaulry, de la scheelite à Puy-les-Vignes ; le beau cristal épigénisé de cette dernière localité, dont il est question page 278, est identique à la *reinite* du Japon.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. On a vu page 278, que la scheelite de Dinan se transforme en ferbérite un peu manganésifère ; ce minéral y constitue de petits filets très minces qui, par la disparition de la scheelite, constituent des masses caverneuses, hérissées de pointements cristallins indistincts.

WOLFRAM

(Fe,Mn) WO^4

Monoclinique : $mm = 100°37'$.

$b : h = 1000 : 667{,}764$ (Dx) D = 769,483 d = 638,667

Angle plan de $p = 100°36'54''$

— $m = 90°24'32''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}83000 : 1 : 0{,}86781 \\ zx = 89°21'6'' \end{array}\right]$$

Formes observées. m (110), h^1 (100) h^3 (210), g^1 (010) ; o^2 (102), a^2 ($\bar{1}$02) ; e^1 (011), $e^{5/9}$ (095) ; $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11) ; $\alpha = (d^1\, b^{1/3}\, g^1)$ (121) ; $\beta = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ ($\bar{1}$21).

Macles. 1° Macle très fréquente suivant h^1 (100). 2° Macle rare suivant $e^{3/2}$ (023), dans laquelle les faces h^1 de chacun des deux composants font entre elles un angle de 178°54'.

Les angles mesurés suivants ont été obtenus par Des Cloizeaux sur les cristaux de La Vilate, près Chanteloube (*A.C.P.* XIX. 168. 1870).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	100°37'	
mh^3	162°51'	
mh^1	140°18'30"	
h^3h^1	157°28'	157°10' à 50'
mg^1	129°41'30"	
ph^1	90°38'	
$p\underline{p}$	178°44'	macle suiv. h^1.
$o^2\bar{h}^1$	118° 6'	118° 0'
o^2o^2	123°48'	macle suiv. h^1.
$a^2\bar{h}^1$ adj.	117° 6'	
$a^2\,\underline{a}^2$	125°48'	macle suiv. h^1.
$e^1\,\bar{g}^1$	130°57'	
*$e^1\,e^1$ s. p	98° 6'	98° 6'
$e^1\,e^{5/9}$	163°35'	163°13'
$e^1\,e^{1/2}$	160°54'	160°25'

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$d^{1/2}\,m$ adj.	143°50'	
$b^{1/2}\,m$ adj.	143°28'	
$h^1\,d^{1/2}$	128°36'	128° 0' à 45'
$d^{1/2}\,h^1$ s. $b^{1/2}$	51°24'	51°40' à 46'
*$e^1\,h^1$ s. $b^{1/2}$	89°31'	89°31'
$h^1\,e^1$ s. $d^{1/2}$	90°29'	90°38'
$h^1\,b^{1/2}$ s. e^1	52° 0'	52°13'
$d^{1/2}\,e^1$	141°53'	142° 8'
$d^{1/2}\,b^{1/2}$ s. e^1	103°24'	103°43'
$e^1\,b^{1/2}$	141°31'	141°20'
*$b^{1/2}\,h^1$ adj.	128° 0'	128° 0'
$p\alpha$	116°32'	
$p\beta$	116° 0'	
$e^{1/2}\,m$ ant.	123°54'	123°41'
$e^{1/2}\,m$ post.	123°18'	123°32'

$e^1 h^3$ ant.	104°58′	104°43′	$m \alpha$	148° 3′	147°50′ à 148°
$e^1 h^3$ post.	104° 8′	103°54′	αe^1	147° 6′	147°28′
αh^1 ant.	117°49′		$m e^1$ s. α	115° 9′	115°22′
βh^1	117°19′		$m\beta$	147°39′	147°45′ à 148°
$g^1 \alpha$	140° 2′		$e^1 \beta$	146°41′	146°50′
$d^{1/2} g^1$	120°49′		$e^1 m$ s. β.	114°20′	114°38′
$d^{1/2} d^{1/2}$ adj.	118°22′		$o^1 m$ post.	56° 1′	
$g^1 \beta$	140°21′		$o^2 e^1$	132° 5′	132° 5 à 8′
$g^1 b^{1/2}$	121° 6′		$o^2 d^{1/2}$ adj.	144°33′	
$b^{1/2} b^{1/2}$ adj.	117°48′		$o^2 b^{1/2}$ adj.	103°35′30″	
$o^2 m$	111°15′		$a^2 e^1$ adj.	131°57′	
$a^2 m$	110°31′		$a^2 b^{1/2}$	144° 7′	

Facies des cristaux. Les cristaux de wolfram sont généralement aplatis suivant h^1 (100) et en même temps un peu allongés suivant l'axe vertical; dans beaucoup de gisements français, cet aplatissement et cet allongement sont extrêmement marqués.

Il existe deux types : dans l'un (Type I) les faces prismatiques uniques (fig. 2), ou dominantes (fig. 2) sont h^1 et g^1, dans l'autre (Type II), g^1 est absent et les faces m, h^1, sont très développées (fig. 3 et 4).

Les faces de la zone verticale, et notamment h^1, sont très striées suivant leur arête d'intersection.

Le wolfram forme aussi des empilements de cristaux lamelleux, groupés parfois en éventail et souvent séparés les uns des autres par un peu de quartz. On le trouve également en masses compactes, finement grenues, très cohérentes.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1(010), difficile suivant h^1 (100) et peut-être suivant o^2 (102). Cassure inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile dans les cristaux.

Densité. 7.2 à 7.5, 7.141 (La Vilate).

Coloration et éclat. Noir. Poussière noire ou noir brunâtre. Opaque; translucide, seulement dans les plaques extrêmement minces. Éclat métallique et adamantin très vif; quelquefois éclat résineux.

Propriétés optiques. Les propriétés optiques, difficiles à préciser à cause du peu de transparence du minéral, sont très voisines de celles de la hübnérite exposées page 293.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme se fait dans les teintes brun rouge, lorsque le minéral est translucide.

Magnétisme. Quelques variétés de wolfram sont un peu magnétiques.

Composition chimique. Dans la formule (Fe,Mn)OWO[4], le rapport FeO : MnO est très variable :

	FeO : MnO	WO^3	FeO	MnO
Ferbérite.......	1 : 0	76,3	23,7	»
Wolfram.......	5 : 1	76,4	19,7	3,9
	4 : 1	76,4	18,9	4,7
	1 : 1	76,4	11,9	11,7
	2 : 3	76,5	9,5	14,0
Hübnérite......	0 : 1	76,6	»	23,4

Dans les échantillons des localités françaises, dont les analyses sont données ci-contre, le rapport FeO : MnO est compris entre 4 : 1 et 1 : 1. Ce dernier rapport, réalisé dans le minéral de la Vilate, se rencontre plus rarement que le précédent ; il avait été signalé déjà par Vauquelin (*A.C.P.* XXX. 194. 1825).

Il existe fréquemment une quantité d'acides tantalique et niobique, qui peut n'être pas négligeable.

Analyses du wolfram :

a) de la carrière de la Vilate à Chanteloube, par M. Damour (*B.S.G.* V. 106. 1847).

b et *c*) de Meymac, par M. Ad. Carnot (*C.R.* LXXIX. 637. 1874).

d) de Puy-les-Vignes[1], par Ebelmen (*A.M.* IV. 407. 1843).

e) *id.* par Schaffgotsch (*P.A.* LII. 475. 1841).

f) *id.* par Kerndt (*J. prakt. Chem.* XLII. 104. 1847.)

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
WoO^3..........	73.97	74.75	74.25	76.20	75.83	78.82
FeO....	12.99	16.17	15.85	19.19	18.06	19.32
MnO............	11.67	6.40	6.51	4.48	6.11	4.84
CaO............	»	0.40	0.80	»	»	»
MgO............	»	0.17	0.04	0.80	»	»
Ta^2O^5..........	0.98	0.95	1.10	»	»	»
Gangue argileuse.	»	1.12	»	»	»	»
Eau............	»	»	0.70	»	»	»
	99.61	99.96	99.25	100.97	100.0	99.98

1. Le minéral analysé par Ebelmen a été donné par lui comme venant de Limoges : d'après une indication fournie par cet auteur à M. Damour, qui me l'a transmise, il s'agissait du wolfram du commerce et par suite de celui de Puy-les-Vignes. Il en est certainement de même pour les minéraux analysés en *e*, et *f*, bien que les auteurs l'aient cité comme venant de *Chanteloupe*.

D'après les essais de M. Ad. Carnot, la proportion de Ta^2O^5 atteint jusqu'à 5 °/₀ dans quelques échantillons de Meymac.

M. Nicolardot a bien voulu me communiquer des essais qu'il a faits sur quelques wolframs : les proportions relatives du FeO, du MnO sont de 13 à 7 dans le wolfram de Montbelleux, de 14 à 5,5 dans celui de Cao Bang, de 12 à 6 dans un wolfram du Tonkin sans indication plus précise. La teneur en $(Ta^2O^5 + Nb^2O^5)$ atteint de 2,5 à 3,3 à Montbelleux, 3,27 dans le wolfram du Tonkin sans gisement précis ; elle est nulle dans celui de Cao Bang.

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en un globule cristallin et magnétique. Avec le sel de phosphore, donne un verre jaune rougeâtre à chaud et plus pâle à froid, qui devient rouge foncé au feu réducteur; l'addition d'étain donne une couleur verte.

Soluble dans l'eau régale, en laissant un résidu jaune d'acide tungstique, soluble dans l'ammoniaque. Quand il existe de l'acide tantalique (ou niolique), celui-ci reste sous forme floconneuse dans la solution ammoniacale d'acide tungstique ; on peut le purifier par fusion dans le bisulfate de potassium et le reprécipiter par l'eau ; il se présente alors sous forme d'une poudre blanche.

Le wolfram est aussi attaqué par l'acide chlorhydrique bouillant; la solution additionnée de zinc métallique donne une coloration bleu foncé *qui ne persiste pas* (différence avec l'acide molybdique).

Altérations. Le wolfram est quelquefois épigénisé par de la scheelite, mais l'inverse est plus fréquent, par de la ferbérite. A Meymac, il se transforme peu à peu en hématite scoriacée ; dans beaucoup de gisements, cette décomposition met en liberté de la tungstite, dont les enduits imprègnent les lames de clivage du wolfram.

Diagnostic. La haute densité, le clivage facile et les formes, quand elles existent, ne permettent de confondre le wolfram avec aucun autre minéral. Les cristaux, très aplatis, dépourvus de formes nettes, ressemblent un peu à ceux de niobite, à laquelle ils sont parfois associés dans le Limousin; l'existence du clivage perpendiculaire à la face d'aplatissement et son éclat, joints à la facile dissolution du wolfram dans un acide, avec résidu jaune, constituent les caractéristiques de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le wolfram est un des satellites les plus fréquents de la cassitérite; il se rencontre dans les mêmes gisements qu'elle Je l'étudierai :

1° dans les filons wolframifères ou stannifères;
2° dans les pegmatites;
3° dans les alluvions.

1° *Dans les filons wolframifères et stannifères.*

Le wolfram accompagne souvent la cassitérite, mais la proportion relative de ces deux minéraux est très variable dans les divers gisements. La cassitérite est généralement la plus abondante, mais l'inverse s'observe parfois, notamment dans un des gisements étudiés plus loin. La scheelite, le mispickel et ses produits d'altération (scorodite, pharmacosidérite) sont fréquemment associés au wolfram.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Le wolfram a été signalé pour la première fois à Montbelleux en Luitré par M. Kerforne (*B. S. Sc. méd. Rennes*. XIII. 448. 1903). Depuis lors, il a fait l'objet d'une exploitation, dont j'ai pu étudier de nombreux échantillons, grâce à MM. Œhlert et Kerforne.

Le wolfram se trouve dans des filons de quartz, traversant les schistes micacés et un petit massif de granite à muscovite, dans lequel ils prennent une allure de stockwerk. Il est surtout abondant près des épontes; il forme aussi dans le quartz des nids et des mouches. Ces masses cristallines sont parfois grossièrement rayonnées autour d'un centre; il est possible d'en extraire des lames de clivage atteignant 8 centimètres de plus grande dimension. Les minéraux accessoires sont nombreux : la cassitérite, associée à de la muscovite, est très abondante dans les filons qui traversent le granite; celui-ci se charge aussi d'une petite quantité de cassitérite et de wolfram. Il faut citer encore la topaze en beaux cristaux, la fluorine violette, la scheelite (rare), le mispickel, la pyrite, la chalcopyrite, la blende (rare), la molybdénite, la covellite, l'hématite et divers produits d'altération (tungstite, molybdite, etc.)

Près de Montbelleux, à Villeray, se trouvent dans les mêmes schistes ainsi que dans un microgranite des filons quartzeux, qui ne sont pas exactement parallèles aux précédents. Ils renferment aussi du wolfram, mais pas de cassitérite ; le mispickel s'y trouve en cristaux distincts, avec bismuth natif, bismuthinite et bismite. La chalcopyrite, la covellite y sont abondantes, ainsi que les divers sulfures énumérés plus haut.

Plateau Central[1]. — *Cantal*. Le wolfram existe en petite quantité dans le filon quartzeux riche en mispickel de Bonnac près Massiac.

Puy-de-Dôme. Bouillet a signalé (*Topogr. minér. Puy-de-Dôme*. 194. 1829) le wolfram dans le quartz du puy de Charade, du cap de Prudelles, de Saint-Pardoux. Le même minéral a été trouvé à Pontgibaud dans un filon de quartz situé derrière l'hôtel du pont de la Miouse, il est associé au mispickel. Enfin je dois à M. de Belfort un échantillon de quartz renfermant du wolfram provenant d'un filon situé entre Saint-Pierre-le-Chastel et Bonnabaud.

Creuse. Le wolfram paraît être extrêmement rare dans le gisement stannifère de Montebras en Soumans, je n'en ai trouvé qu'un seul échantillon ; il consiste en petits cristaux très aplatis suivant h^1 (100) et groupés en rosettes dans des fragments d'amblygonite.

Le même minéral se rencontre avec scheelite dans du quartz au Nord de Bourganeuf, ainsi que dans des filons de quartz traversant le granite entre le Soulier et Janaillac. Peut-être se trouve-t-il aussi dans le voisinage immédiat de Guéret.

Haute-Vienne. Un intéressant filon de quartz, riche en wolfram, se trouve à Puy-les-Vignes, à environ 3 kilomètres au N.-E. de Saint-Léonard ; il présente la particularité inverse de tous les gisements analogues de la région ; le wolfram y est très abondant et la cassitérite au contraire rare ; il est accompagné de scheelite, de mispickel, avec scorodite, pharmacosidérite, etc. Des exploitations ont été, à diverses reprises, tentées sur ces filons depuis le commencement du siècle, on en a extrait 13 tonnes en 1884. Le wolfram de Puy-les-Vignes forme de grands cristaux, aplatis suivant h^1 (100), empilés dans le quartz et fournissant des lames de clivage, qui atteignent parfois 10 cm. de plus grande dimension. Il n'est guère possible d'en isoler autre chose que des fragments.

Fig. 1. Wolfram de Puy-les-Vignes.

Ils sont aplatis suivant h^1, et présentent en outre g^1, m et sont terminés par a^2 ($\bar{1}02$), o^2 (102), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; leurs faces sont raboteuses et ne se prêtent qu'à des mesures au goniomètre d'application (fig. 1). J'ai examiné un fragment de cristal

1. Dans une note publiée dans les *Comptes Rendus* (LXV. 419. 1867) Phipson parle d'un wolfram d'Auvergne, sans indication plus précise de gisement, qui, traité par l'eau régale, laisserait de la niobite inattaquée.

du type de la figure 1, terminé à l'une des extrémités seulement par les pyramides α (121) et β ($\bar{1}$21).

Le wolfram se rencontre en petite quantité dans la plupart des filons stannifères de la chaine de Blond notamment à Cieux et surtout à Vaulry ; il s'y présente en cristaux indistincts, clivables, associés à la cassitérite. On peut citer encore dans les environs de Limoges, Mandelesse en Panazol (avec mispickel, pyrite, molybdénite, scheelite), sur le prolongement des filons de Puy-les-Vignes, Népoulas (le wolfram est en partie transformé en hématite).

Corrèze. Le wolfram a été rencontré en abondance à Meymac, avec scheelite, mispickel, à la partie supérieure de filons quartzeux, qui, en profondeur, ont fourni des minerais de bismuth.

Le wolfram de Meymac est tantalifère (analyse *d*) ; il forme de grandes masses donnant des lames de clivage, qui atteignent un centimètre de plus grande dimension ; les échantillons sont souvent très altérés, imprégnés de limonite ou recouverts d'une pellicule de tungstite.

Le wolfram semble avoir été rencontré avec mispickel au Baladour, aux environs de Naves près Tulle.

Charente. La collection du Muséum possède un échantillon de wolfram, engagé dans du quartz verdâtre provenant de la Roche Cambourg, non loin de Confolens ; ce minéral forme des masses clivables de 1 à 2 cm. de plus grande dimension. La cassitérite se trouve dans le même gisement.

Saône-et-Loire. Un échantillon de wolfram de Montortu près Autun m'a été communiqué par M. Berthier. Il est engagé dans du quartz, dont les cavités sont tapissées de petits cristaux de pharmacosidérite.

Nièvre. Le wolfram a été signalé par M. Michel-Lévy (*B. S. G.* IV. 754. 1876) dans un filon de greisen, traversant le gneiss, entre la ferme de Bonsegrès et la Chapelle, au Sud d'Emparry.

Allier. J'ai examiné un échantillon de quartz provenant du gisement de kaolin stannifère des Colettes, il renferme des cristaux très aplatis de wolfram tantalifère de 1 cm. de plus grande dimension ; ce minéral paraît rare dans ce gisement. Les lames très minces sont transparentes. Un échantillon analogue provient de Louroux-de-Bouble.

Esterel. — *Var*. La même collection renferme un échantillon de

wolfram, associé à de la cassitérite et du quartz et indiqué comme provenant de la Molle près Cogolin.

Tonkin. — Le wolfram se rencontre et est exploité à Tinh-Tuc, dans le massif de Pia-Ouac (territoire de Cao Bang). Il s'y trouve dans des filons de quartz (Dupouy, *Minerais et minéraux du Tonkin*. 1909. 115). Les échantillons que j'ai examinés rappellent ceux de Puy-les-Vignes ; je n'ai vu parmi eux que des fragments de cristaux ; l'un d'eux, aplati suivant h^1 (100), qui est très cannelé, présente les faces m, o^2 (102), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; il mesure 4 cm. suivant l'axe vertical, 5 cm. suivant b, 1 cm. suivant a. Ces cristaux sont très fragiles et ne peuvent être isolés de leur gangue. D'après M. Nicolardot, ce wolfram ne renferme ni acide tantalique, ni acide niobique ; mais ce chimiste a trouvé ces corps dans un wolfram indiqué comme provenant du Tonkin, sans indication plus précise.

2° *Dans les pegmatites.*

De même que la cassitérite, le wolfram se rencontre quelquefois, non plus dans des filons quartzeux, mais dans le granite lui-même ou dans la pegmatite ; il y est d'ordinaire peu abondant, mais il y forme parfois des cristaux remarquablement nets.

Bretagne. — *Finistère*. Le Hir a trouvé de petits cristaux de wolfram dans la pegmatite de la pointe de Teranez en Plougasnou, près Morlaix.

Loire-Inférieure. Le wolfram a été rencontré par M. Baret dans la pegmatite à tourmaline lithique d'Orvault, dans celle de Barbin et du parc Grillaud à Nantes (*op. cit.*, 1898. 76). Je dois aussi à M. Baret de grandes masses laminaires de wolfram, sans cristaux distincts ; associées à cassitérite brune, récemment trouvées à Nantes, à la carrière de la Poudrière.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Les gisements de wolfram les plus intéressants au point de vue minéralogique, que j'ai étudiés, sont certainement ceux que l'on est convenu d'appeler gisements de Limoges, bien qu'ils soient distants de plus de trente kilomètres de cette ville. Ils se trouvent dans les filons de pegmatite de la carrière de la Vilate, près du village de Chanteloube en Razès,

de Mazataud en Bessines, et de Chabanne en Saint-Sylvestre. Le wolfram de ces gisements forme de petits cristaux extrêmement aplatis suivant h^1 (100) ; ils sont parfois enchevêtrés en grand nombre, tantôt dans l'orthose, tantôt et c'est le cas le plus fréquent, dans un mélange d'apatite et de spessartine ; ils sont inclus dans ces deux minéraux.

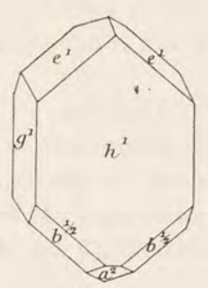
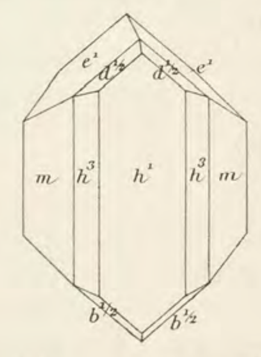


Fig. 2.
Wolfram de la Vilate (Type I).

Les plus petits de ces cristaux ne dépassent guère 1 à 2 millimètres et peuvent être isolés ; leurs faces sont relativement bonnes et c'est par leur étude que Des Cloizeaux a pu montrer que le wolfram est non orthorhombique, mais monoclinique (voir le tableau d'angles). Les formes suivantes ont été observées : h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), m (110), e^1 (011), $e^{5/9}$ (095), o^2 (102), a^2 ($\bar{1}02$), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), α (121), β ($\bar{1}21$) ; ils se rapportent au type I ou au type II, qui sont respectivement représentés par les figures 2, 3 et 4, empruntées au mémoire de mon regretté maître. Les faces de la zone verticale sont très striées et courbes.



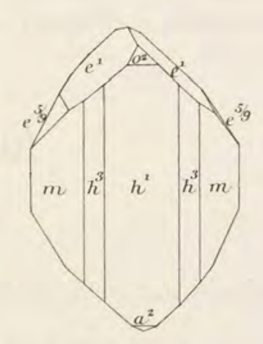


Fig. 3 et 4.
Wolfram de la Vilate (Type II).

Haute-Loire. Pascal dit (*Étude géol. Velay*, 1865. 398) avoir recueilli dans les scories basaltiques du volcan de la Denise, près le Puy, un bloc de granite modifié par la chaleur, renfermant du wolfram ; cet échantillon ne se trouve pas dans sa collection conservée au Muséum.

Gisements douteux.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Sage a signalé (*J. M.* I. 83. 1794) un gisement de wolfram à Caëtanos, dans la montagne de Tatlesdu

je n'ai pu recueillir aucun renseignement précis sur la position de cette localité. Il existe un Coat-ann-Noz, au Sud-Est de Belle-Ile-en-Terre, mais le wolfram n'y a pas été rencontré récemment, au moins à ma connaissance. Il serait intéressant de rechercher ce gisement.

Antilles. — *Martinique*. Cortès a indiqué (*J. P.* LXX. 133. 1810) la découverte à la Martinique d'un fragment de wolfram, englobé dans du quartz. L'existence de ce minéral sur un sol exclusivement volcanique est invraisemblable : les roches volcaniques de l'île ne renferment, à ma connaissance, aucune enclave de nature granitique.

3° *Dans les alluvions.*

Le wolfram se rencontre parmi les minéraux lourds des sables des régions renfermant des filons wolframifères (*Limousin*). Il est exploité dans un seul gisement colonial français.

Tonkin. — Le gisement en question se trouve dans la région de Nguyen-Binh ; le wolfram y accompagne la cassitérite dans des alluvions exploitées (Dupouy, *op. cit.*, 115).

HÜBNÉRITE

$MnWO^4$

Monoclinique : *mm* 79°48′.

$b : h = 1000 : 665{,}00 \quad D = 767{,}13 \quad d = 641{,}50$

Angle plan de p = 100°12′

— m = 90°34′

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}83623 : 1 : 0{,}86684 \\ zx = 89°7' \end{array}\right]$$

Formes et faciès. La hübnérite se rencontre en cristaux analogues

à ceux du wolfram. Dans les gisements français décrits plus loin, elle forme seulement des cristaux ou des masses clivables, dans lesquels ne se distinguent que les formes g^1 (010), h^1 (100) et m (110) (fig. 2).

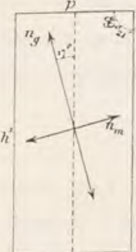


Fig. 2.
Face g^1 (010) perpendiculaire au plan des axes optiques et de la bissectrice obtuse $\mathbf{n}_p$.

Macles. Macle h^1 (100) comme dans le wolfram.

Clivages. Clivage g^1 (010) extrêmement facile. Difficile suivant h^1 (100).

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 7,17.

Coloration et éclat. Brun rouge, jaune rouge, brun noir dans les types ferrifères. Poussière jaune brunâtre, gris verdâtre ou noirâtre. Transparente, translucide ou opaque. Éclat métallique à adamantin très vif et en même temps résineux, surtout sur la cassure.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques normal à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) fait dans g^1 un angle de 17 à 20° avec l'axe vertical dans l'angle obtus ph^1. La bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_p$) est perpendiculaire au clivage g^1.

2V = 75° (Li) Groth et Arzruni (hübnérite artificielle).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme peu intense se fait dans les teintes suivantes dans les types uniquement manganésifères :

$\mathbf{n}_g$ = jaune vert.
$\mathbf{n}_m$ = brun jaune.
$\mathbf{n}_p$ = jaune d'or.

Composition chimique. On a vu page 285 qu'il existe une série continue entre la ferbérite uniquement ferreuse et la hübnérite exclusivement manganeuse. Je rattache à la hübnérite tous les types contenant moins de 9 °/₀ de FeO.

La hübnérite de Valcroze renferme d'après une analyse de M. Nicolardot 5,5 °/₀ de FeO et 18,8 de MnO : cette composition la rapproche de celle de Bayeska (Oural) : la hübnérite des Pyrénées ne contient presque pas de fer. Le minéral de Valcroze contient en outre 0,5 °/₀ de (Nb^2O^5 + Ta^2O^5).

Essais pyrognostiques. Comme pour le wolfram, mais sans les réactions du fer, ou avec celles-ci très faibles.

Diagnostic. Par sa couleur, la hübnérite peut être confondue au premier abord, suivant ses variétés, soit avec le rutile, soit avec la

blende; l'examen d'une lame de clivage en lumière polarisée permet immédiatement d'établir le diagnostic, que complète une attaque par l'eau régale. Les variétés ferrifères se différencient du wolfram par leur plus grande transparence en lames minces.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la hübnérite sont comparables à ceux du wolfram, je l'ai observée :

1° dans des filons quartzeux ;

2° dans un gisement manganésifère.

1° *Dans les filons quartzeux.*

Plateau Central. — *Lozère.* Je dois à l'obligeance de MM. Brajon des échantillons d'une hübnérite ferrifère provenant de Valcroze en Gabrias non loin de Marvéjols; elle constitue dans les micaschistes un filon à gangue quartzeuse à peu près E. O., dont l'épaisseur aux affleurements ne dépasse pas 0 m. 12 : il a été trouvé dans une cave au cours du creusement d'un puits.

La hübnérite de Valcroze se distingue bien par sa structure du wolfram des gisements français; elle est en effet constituée par l'empilement à axes imparfaitement parallèles d'un grand nombre de cristaux aplatis suivant h^1 (100) et souvent limités uniquement par les faces p, h^1 et g^1 (fig. 1).

Fig. 1. Hübnérite de Valcroze.

Il existe aussi des géodes dans lesquelles les cristaux sont trop enchevêtrés pour pouvoir être isolés, mais qui cependant présentent les mêmes formes assez distinctes. Leur couleur rappelle celle de la *mégabasite* de Schlackenwald ; elle est aussi transparente en lames minces et alors d'un beau rouge.

M. Guéras a signalé (*C. R.* CXXXVIII. 1121. 1904) à Barjac des filons quartzeux (renfermant de la barytine à leur centre), au milieu des micaschites. Outre la barytine et le quartz, on y rencontre des veinules de 1 à 2 cm. formées par de la cassitérite, du wolfram (probablement hübnérite), de la pyrolusite.

C'est sans doute d'un filon analogue que provient un échantillon drusique de hübnérite que m'a remis M. Braly ; il a été recueilli sur la route de Barjac à Valcroze, à 1 km. de son intersection avec la

route de Barjac à Mende ; les cristaux ont la même forme que ceux qui viennent d'être décrits.

2° *Dans les gisements manganésifères.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La hübnérite a été signalée à Adervielle par M. E. Bertrand (*B.S.M.* V. 90. 1882).

J'en ai recueilli quelques échantillons dans les déblais de la mine de Nabias ; elle y constitue le plus rare des minéraux de ce curieux gisement. Elle accompagne la téphroïte, la friedélite et l'alabandite dans les filonnets de dialogite spathique, qui traversent le minerai normal formé par la dialogite, associée aux divers autres minéraux manganésifères, dont il est question page 626 du tome III.

La hübnérite de Nabias se présente sous forme de petites lames d'un jaune rouge ou d'un brun rouge, dont les clivages brillent à la façon de ceux de la blende transparente d'Espagne ; leur transparence est assez grande pour que les propriétés optiques d'une lame de clivage puissent être facilement examinées en lumière polarisée.

MOLYBDATES HYDRATÉS

MOLYBDITE

Depuis la publication du tome III, page 7, M. W. F. Schaller a montré (*Amer. J. of. sc.* XXIII, 297. 1907) que la molybdite n'est pas de l'anhydride molybdique, mais un molybdate de fer hydraté dont la formule Fe^2O^3, $3MoO^3 + 7,5\ H^2O$ correspond à la composition théorique suivante :

MoO^3	59.4
Fe^2O^3	22.0
H^2O	18.6
	100.0

Le minéral des gisements français, cités tome III (page 7), est trop peu abondant pour qu'il soit possible d'en faire l'analyse quantitative. J'ai pu constater seulement sur celui de Corse qu'il donne les réactions du fer et dégage de l'eau dans le tube.

La molybdite est donc à transporter ici dans la systématique.

ALUMINATES, FERRITES, CHROMITES

GROUPE DES SPINELLIDES

Ce groupe comprend de nombreux types, se rapportant à la formule générale $\overset{II}{R}\overset{III}{R^2}O^4$ ou $RO\,R^2O^3$; tous ces minéraux sont cubiques, ils se présentent en général sous la forme d'octaèdres réguliers, parfois maclés suivant a^1 (111) (*macle des spinelles*) ; ils sont tous absolument monoréfringents et doués d'une haute réfringence.

Les principaux types sont les suivants, que l'on peut distribuer en deux groupes. Le premier comprend les types dans lesquels $\overset{III}{R}$ est constitué essentiellement par de l'aluminium et du chrome ; tous ces minéraux sont insolubles dans les acides et remarquablement réfractaires à l'action des dissolvants chimiques. Le second renferme les spinellides, dans lesquels $\overset{III}{R}$ est constitué essentiellement par du fer : tous, à l'inverse des précédents, sont magnétiques et solubles dans l'acide chlorhydrique.

SPINELLIDES ALUMINEUX ET CHROMÉS

Spinelle	$MgAl^2O^4$
Pléonaste...........	$(Mg,Fe)Al^2O^4$
Chlorospinelle......	$Mg(Al,Fe)^2O^4$
Ferropicotite........	$(Mg,Fe)(Al,Fe)^2O^4$
Picotite............	$(Fe,Mg)(Al,Cr)^2O^4$
Hercynite..............	$FeAl^2O^4$
Gahnite	$ZnAl^2O^4$
Dysluite...........	$(Zn,Fe,Mn)(Al,Fe)^2O^4$
Kreittonite.........	$(Zn,Fe,Mg)(Al,Fe)^2O^4$
Chromite..............	$FeCr^2O^4$
Magnésiochromite	$(Fe,Mg)(Cr,Al)^2O^4$

SPINELLIDES FERRIQUES

Magnétite.............	$FeFe^2O^4$
Titanomagnétite.....	$Fe(Fe,Ti)^2O^4$
Magnésioferrite.....	$(Fe,Mg)Fe^2O^4$
Franklinite...........	$(Fe,Zn,Mn)Fe^2O^4$
**Jacobsite*..............	$(Mn,Mg)(Fe,Mn)^2O^4$

SPINELLE — PLÉONASTE — HERCYNITE

$MgAl^2O^4$ — $(Mg,Fe)Al^2O^4$ — $FeAl^2O^4$

Cubiques.

Formes observées. a^1 (111) ; b^1 (110).

Macles. Macle suivant a^1 (111), avec rotation de 120° autour de l'axe ternaire (*macle des spinelles*, fig. 1), généralement accompagnée d'un aplatissement suivant la face d'accolement ; ces macles sont parfois polysynthétiques.

Fig. 1.
Macle des spinelles.

Clivages. Traces de clivage ou plans de séparation suivant a^1 (111), devenant très nets dans les lames minces de certains spinelles.

Dureté. 3, 5 (spinelle), à 3, 7 (pléonaste) et 3,95 (hercynite).

Coloration et éclat. Rarement incolore, le plus souvent rouge (rubis spinelle), rose (*rubis balai*) ou orangé (*rubicelle*), bleu, vert ou noir; ces dernières variétés sont vertes en lames minces (*pléonaste* et *hercynite*). Les variétés transparentes sont employées comme pierres précieuses. Transparents, translucides parfois seulement en lames minces.

Éclat vitreux, parfois très éclatant.

Propriétés optiques. Monoréfringents.

$$n = 1{,}7155 \text{ (Na) spinelle (Dx.)}$$

L'indice croît avec l'intensité de la couleur, du spinelle à la hercynite (c'est-à-dire avec la richesse en fer).

Phosphorescence. Le spinelle rouge est phosphorescent avec une lueur rouge, donnant au spectroscope une bande rouge (λ = 6857 Crookes).

Composition chimique. La formule $MgAl^2O^4$ correspond à la composition suivante (*spinelle*) *a*) et $FeAl^2O^4$ (*hercynite*) à la composition *b*).

	a	*b*
Al^2O^3	71,8	58,6
MgO	28,2	»
FeO	»	41,4
	100,0	100,0

Le magnésium peut être remplacé par une quantité plus ou moins grande de fer ; quand celle-ci est de 3 ou 4 °/₀, le spinelle prend une couleur foncée et perd sa transparence sous une certaine épaisseur (*pléonaste*), en présentant le même aspect physique que le type dépourvu de magnésium et uniquement ferreux (*hercynite*).

Une petite quantité d'aluminium peut en outre être remplacée par du Cr^2O^3 ou du Fe^2O^3 ; quand ces oxydes sont abondants, le minéral passe à la *picotite* et à la *ferropicotite* décrites plus loin.

Essais pyrognostiques. Infusibles. Chauffées dans le tube, les variétés rouges deviennent brunâtres, puis, au rouge naissant, incolores ; elles reprennent par refroidissement leur couleur originelle sans passer par une couleur verte (différence avec le rubis). Le pléonaste, et, à fortiori, la hercynite donnent les réactions du fer.

Inattaquables par la plupart des acides (même l'acide fluorhydrique) ; seul l'acide sulfurique attaque avec la plus grande difficulté la poudre de spinelle pulvérisée très finement.

Attaqués par fusion avec le sulfate de calcium et par le bisulfate de potassium.

Altérations. Malgré leur résistance aux agents chimiques, les spinelles se montrent parfois dans la nature transformés en diverses substances : stéatite, serpentine, hydrotalcite, micas. J'ai observé aussi des pseudomorphoses en chlorite (pennine) et en brucite.

Diagnostic. La forme cristalline, la monoréfringence, la haute réfringence, la résistance aux agents chimiques ne permettent pas de confondre les spinelles avec d'autres minéraux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le spinelle se rencontre dans les diverses conditions de gisement suivantes :

1° dans les roches éruptives ;

2° dans les schistes cristallins ;

3° dans les roches métamorphisées par les roches éruptives ;
4° dans les alluvions.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches grenues.*

Granites.

Madagascar. — J'ai rencontré de jolis octaèdres de pléonaste noir (vert en lames minces) dans les pegmatites et les granulites à

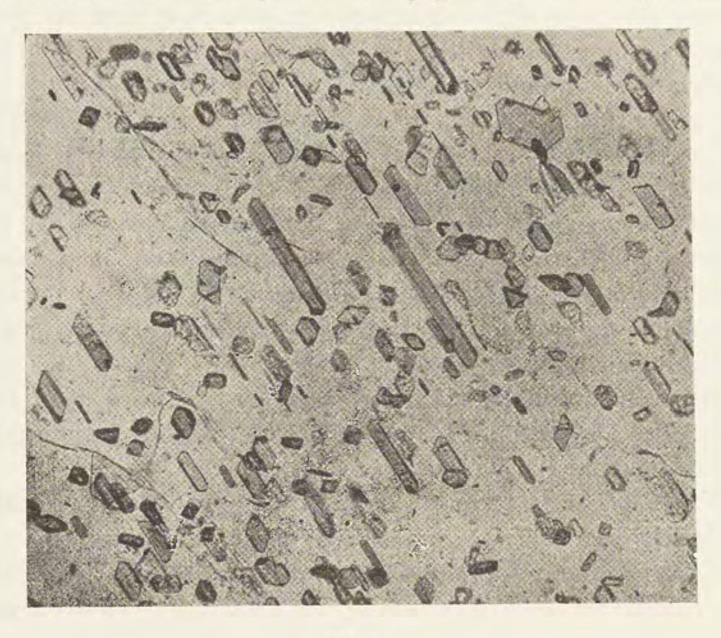


Fig. 3.
Inclusions de spinelle régulièrement distribuées dans le plagioclase de la troctolite d'Anabohitsy (*Grossissement 100 diamètres. Lumière naturelle.*)

grandidiérite, andalousite et almandin de la falaise d'Andrahomena près Fort Dauphin.

Gabbros et enclaves gabbroïques des roches volcaniques.

Madagascar. — J'ai décrit (*B. S. M.* XXX. 39. 1907 et XXXI. 320. 1908) une curieuse troctolite formant au milieu de la plaine gneissique du pays Mahafaly la butte d'Anabohitsy (à l'est de la route d'Ampanihy à Ampotaka). Le labrador y est noir par suite de

l'extraordinaire abondance d'inclusions d'octaèdres de pléonaste vert, le plus souvent déformés par allongement irrégulier suivant un axe binaire ; cet allongement est souvent orienté parallèlement à la trace des macles de l'albite et de la péricline.

Antilles. — *Guadeloupe*. J'ai rencontré (*La Montagne Pelée et ses éruptions*. 1904. 587) le pléonaste vert comme élément de gabbros à olivine constituant des blocs dans les tufs de labradorite de la Soufrière et de la rivière Madame (Vieux Fort).

b) *Dans les roches volcaniques.*

Andésites.

Antilles. — *Martinique*. J'ai décrit (*La Montagne Pelée*. 1904. 567, et pl. XVII, fig. 3), une curieuse andésite provenant du Diamant, dans laquelle se trouvent, avec hypersthène, augite, hornblende, olivine, quartz, biotite, bytownite, des phénocristaux très corrodés de cordiérite. A leur contact avec le magma microlitique, ceux-ci sont bordés par une zone de cristaux automorphes de labrador ou de bytownite, renfermant des cristallites d'hypersthène, des grains et des cristaux de spinelle brun.

Plateau Central. — *Cantal*. Peut-être faut-il attribuer une origine de ce genre aux petites enclaves à plagioclases et spinelle renfermées par quelques andésites du Cantal.

Trachytes phonolitiques.

Plateau Central. — *Cantal*. J'ai trouvé au Griounot (*C. R.* CXLV. 493. 1907) un contact du trachyte phonolitique à hauÿne et d'un basalte. Le trachyte envoie dans celui-ci (transformé en une sorte de camptonite) des apophyses, dans lesquelles il a subi une curieuse transformation métamorphique ; il a perdu ses feldspathoïdes et il est devenu extrêmement riche en octaèdres microscopiques de spinelle vert.

2° *Dans les schistes cristallins.*

Les spinelles sont surtout fréquents dans les cipolins, mais on les rencontre parfois aussi dans les gneiss ou dans les micaschistes eux-mêmes.

a) *Dans les cipolins.*

Le spinellide des cipolins français est en général le spinelle magnésien pauvre en fer ; il est d'ordinaire accompagné par des minéraux du groupe de la humite, par de la phlogopite, etc.

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai découvert (*B. C. F.* II, n° 11, 9. 1890) à Mercus et à Arignac, sur les bords de l'Ariège au nord de Tarascon, un remarquable gisement de spinelle. Ce minéral, en octaèdres a^1 (avec parfois b^1 sous forme de très petites facettes), atteint exceptionnellement 1 cm. 5 de plus grande dimension, mais forme le plus souvent des cristaux de 1 à 2 mm. Il se trouve dans les cipolins, associé à des humites, à de la phlogopite, de l'amphibole, etc. A Mercus, les cristaux sont d'un vert sombre et opaques (pléonaste), à Arignac, ils sont d'ordinaire violacés et souvent translucides. Assez fréquemment, les minéraux des cipolins s'isolent pour former des roches extrêmement silicatées, parfois très riches en spinelle, qui est d'ordinaire inclus dans les autres minéraux ; dans quelques échantillons d'Arignac, on voit le spinelle se transformer en pennine ou en brucite.

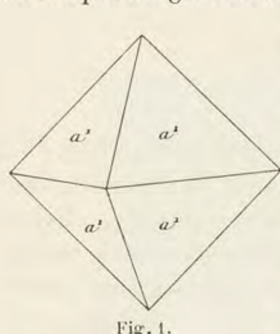


Fig. 1.
Spinelle. Forme la plus commune.

J'ai trouvé au Port de Saleix, entre Vicdessos et Aulus, des bancs de cipolins recouverts par les calcaires liasiques à dipyre, qui, au point de vue minéralogique, rappellent beaucoup ceux d'Arignac ; le spinelle y accompagne aussi les humites, il y est cependant plus ferrugineux (pléonaste) ; ses octaèdres sont noirs, mais transparents dans les lames minces, et peu teintés en verdâtre.

Sous l'église de la Pège, dans la vallée de Vicdessos, j'ai recueilli de jolis cristaux de spinelle d'un gris vert dans les cipolins et surtout dans des lits riches en phlogopite, qui alternent avec ceux-ci.

Enfin, j'ai observé les mêmes associations minérales dans les cipolins de la partie orientale du massif du pic des Trois-Seigneurs près de Carniès, sur le bord de la route ; ces mêmes cipolins renferment de grandes masses de diopside blanc laiteux.

Vosges. — *Vosges et* [*Alsace*]. Les cipolins du Chipal en La-Croix-aux-Mines (*Vosges*) et ceux de Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*] con-

tiennent des cristaux de spinelle, offrant une assez grande ressemblance avec ceux de l'Ariège, non seulement par leur aspect, mais encore par leurs associations minéralogiques. Ce sont des octaèdres violacés, d'ordinaire disséminés dans le calcaire, mais à la carrière Saint-Philippe près Sainte-Marie, ils constituent parfois aussi des nodules aplatis, dans lesquels ils sont moulés par de la calcite et de la pyrrhotite; ces nodules sont entourés par des lames de phlogopite brune, implantées perpendiculairement à leur surface.

Madagascar. — Le pléonaste en jolis octaèdres vert foncé ou noirs et aussi le spinelle rosé, abondent dans certains cipolins riches en minéraux du groupe de la humite : environs de Tananarive (Andempombe, Tsiafahy), dans le massif de Kiranomena (Betsiriry) (échantillons que m'a remis M. Dropsy) ; dans le pays Mahafaly, aux environs d'Ampanihy, etc. ; les cristaux de Manankaralahy, sur la route d'Ampanihy à Ejeda, atteignent parfois près de 1 centimètre. Les spinelles transparents des sables aurifères de l'île tirent certainement leur origine de ces cipolins.

b) *Dans les gneiss.*

Les spinelles abondent dans les gneiss à cordiérite, mais seulement sous forme *microscopique* en grains ou en octaèdres ; ils appartiennent au pléonaste d'un vert très foncé, ou peut-être à la hercynite. (Pour les principaux gisements, voir tome I, page 519.)

3° *Dans les roches sédimentaires métamorphisées par les roches éruptives.*

a) *Dans les calcaires métamorphiques.*

Pyrénées. — Je n'ai jamais trouvé dans les Pyrénées de spinelle dans les calcaires métamorphisés par le granite ; les quelques gisements qui vont être cités sont constitués par des calcaires secondaires modifiés, soit par la lherzolite, soit par les ophites.

Haute-Garonne. M. Gourdon m'a communiqué un échantillon du calcaire marmoréen d'Eup, près Saint-Béat, métamorphisé par une diorite, en relation avec des ophites ; il contient un spinelle rose très fendillé et entouré d'une écorce de pennine vert pomme.

Ariège. J'ai trouvé de beaux cristaux de spinelle à Lordat, dans un calcaire blanc, tacheté de jaune ; ce sont des octaèdres de 1 à 2 cm.

(a^1 ; a^1 b^1) d'un noir très éclatant (très foncé en lames minces), appartenant au pléonaste.

J'ai observé le même minéral, associé à la forstérite, dans un calcaire modifié au contact de la lherzolite du Bois du Fajou à Caussou.

On trouvera dans le supplément qui termine ce volume, la description de curieuses pseudomorphoses de dipyre en spinelle, forstérite et phlogopite, que j'ai trouvées (*B. S. M.* XXIV. 19. 1901) dans la haute vallée d'Ercé, près du col d'Eret, au milieu d'un calcaire secondaire ayant subi le double métamorphisme d'une ophite et d'une hornblendite feldspathique. Le spinelle y est très abondant ; c'est lui qui donne à ces pseudomorphoses la couleur vert foncé qu'elles montrent lorsqu'on les a isolées par l'action d'un acide.

b) *Dans les schistes métamorphiques.*

Contact du granite.

Bretagne. — *Finistère.* Le pléonaste se rencontre avec corindon, sous forme microscopique, dans les enclaves de schistes micacés du granite de Pont-Paul, près Morlaix.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* La gédrite de Gèdres renferme à l'état d'inclusions, de petits nids d'un spinellide vert (pléonaste), mélangé de corindon bleu ; ce minéral, qui n'est pas distinct à l'œil nu, est cependant assez abondant pour qu'il soit très facile de l'extraire en traitant par les liqueurs denses un peu de poudre de gédrite.

Les schistes micacés du lac de Caillaouas contiennent du spinelle microscopique, qui accompagne le corindon et enveloppe parfois avec lui des cristaux de staurotide.

Contact du gabbro.

Vendée. — *Loire-Inférieure.* J'ai montré (*B. C. F.* n° 67. X. 1899) que les gabbros des environs du Pallet renferment de nombreuses enclaves à cordiérite, parfois riches en graphite, résultant de la transformation métamorphique de fragments de schistes voisins. Au contact de ces enclaves et sur les bords du massif, les gabbros se transforment eux-mêmes en norites à cordiérite. Toutes ces roches, et particulièrement les enclaves, sont extrêmement riches en grains et en octaèdres de pléonaste vert foncé.

c) *Dans les enclaves énallogènes des roches volcaniques.*

Le spinelle est un des minéraux néogènes les plus fréquents parmi les blocs de roches anciennes englobées par les roches volcaniques de tout genre (*trachyte*, *andésite*, *phonolite*, *basalte*) : il ne se rencontre du reste jamais qu'à l'état microscopique. Il est de couleur vert foncé et appartient au pléonaste plutôt qu'à la hercynite, car il est presque toujours possible de démontrer qu'il s'est produit par fusion de la biotite. On le voit fréquemment aussi mélangé à la sillimanite, aux épigénies d'andalousite décrites t. I, page 31 (fig. 11).

Cette formation de spinelle s'observe souvent dans des roches assez peu modifiées pour avoir conservé encore tous leurs caractères extérieurs primordiaux, mais on trouve aussi ce minéral dans des agrégats microscopiques isolés au milieu des trachytes et des andésites et résultant de la fusion, puis de la recristallisation d'enclaves de petites dimensions, qui ont peut-être une autre origine (voir p. 301).

Je renvoie à mes *Enclaves des roches volcaniques* (Mâcon, 1894), pour les nombreuses localités françaises où j'ai observé des cas de cette production de spinelle sous l'influence de semblables conditions me contentant de donner ici quelques exemples caractéristiques.

Plateau Central. —*Haute-Loire.* Enclaves de granite et de gneiss dans les scories basaltiques de la Denise, du Croustet, etc.

Cantal. Enclaves de gneiss dans les andésites de Liadouze, près Mandailles; du Lioran.

Puy-de-Dôme. Enclaves de gneiss à cordiérite dans le trachyte du Capucin, de Fontenille (blocs dans les conglomérats).

4° *Dans les alluvions.*

Les spinelles, en raison de leur densité et de leur inaltérabilité, se rencontrent parmi les résidus lourds des alluvions d'un grand nombre de régions :

Plateau Central.— *Haute-Loire.* La collection du Muséum renferme un tube contenant des cristaux de zircon semblables à ceux d'Espaly et des octaèdres de spinelle rouge ; il porte l'étiquette *Auvergne.* Il s'agit probablement de cristaux des environs du Puy, si tous les minéraux qu'il contient proviennent véritablement du Plateau Central.

Madagascar. — Le spinelle est assez abondant parmi les résidus lourds des lavages aurifères de l'île, et particulièrement du Bélambo près Mevatanana. Il y accompagne le corindon, la cymophane, la topaze, les grenats, les tourmalines, le zircon, etc. ; il présente diverses couleurs (rosé, rose, parfois incolore, vert pâle). La variété vert pâle est particulièrement à signaler, parce qu'elle est associée à du corindon ayant exactement la même couleur et lui aussi dépourvu de formes géométriques ; des spinelles analogues m'ont été signalés aux environs d'Ambositra. Tous ces spinelles proviennent probablement de la destruction des cipolins, signalés plus haut.

PIÇOTITE *FERROPICOTITE*

$(Fe,Mg)(Al,Cr)^2O^4$ $(Fe,Mg)(Al,Fe)^2O^4$

Formes observées. a^1 (111) ; $a^{1/2}$ (221) ; b^1 (110).

Dureté. 8.

Densité. 4,08 (picotite) Lherz ; 3,87 (ferropicotite) le Croustet.

Coloration et éclat. Noir de poix, brun foncé en lames minces. Transparentes en lames très minces. Éclat gras et résineux.

Composition chimique. La *picotite* est intermédiaire au point de vue chimique entre le spinelle magnésien, la hercynite et la chromite.

Je donne le nom de *ferropicotite* à un spinelle différant essentiellement de la picotite par le remplacement du chrome par du fer.

Analyses *a*) de la *picotite* de l'étang de Lherz par M. Damour (*B. S. G.* XIX. 413. 1862).

b) de la *ferropicotite* de la Haute-Loire par M. Pisani (*C. R.* LXIII. 49. 1866).

	a	*b*
Al^2O^3	56,00	56,06
Cr^2O^3	8,00	»
Fe^2O^3	»	10,72
FeO	24,90	13,60
MgO	10,30	17,20
SiO^2	2,00	»
	101,20	97,58

Essais pyrognostiques. Comme le pléonaste, mais avec en plus les réactions du chrome pour la picotite : celles du fer sont très intenses.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La picotite se rencontre exclusivement dans les péridotites ; la ferropicotite se trouve dans les tufs basaltiques et dans les ariégites.

1° *Dans les péridotites.*

Pyrénées. — Ce minéral a été signalé tout d'abord par Picot de Lapeyrouse (*Mém. Acad. Toulouse*, III. 405. 1788) dans la première description de la roche de Lherz, qui, en 1797, devait être appelée lherzolite par Delamétherie ; ce fut J. de Charpentier qui, en 1812, (*J. M.* XXXII. 329) proposa le nom de *picotite* pour cette substance, qu'il ne sut rapporter à aucune espèce connue. Beaucoup plus tard, M. Damour établit (*B. S. G.* XIX. 413. 1862) sa véritable nature et montra qu'elle se rattachait au groupe des spinelles.

La picotite forme, dans tous les gisements de lherzolite des Pyrénées (*Ariège* : environs de Prades, Suc, Sem, Vicdessos, vallée de Suc, Lherz, vallée d'Ercé, environs de Castillon etc. ; *Haute-Garonne* : Tuc d'Ess, Coulédoux, Moncaup-Arguénos etc. ; *Hautes-Pyrénées* : Avezac-Prat, Médous près Bagnères-de-Bigorre ; *Basses-Pyrénées* : Moun-Caou près Louvie-Juzon), des grains noirs, à éclat de poix, très éclatants, d'un brun foncé en lames minces. Ils sont toujours dépourvus de formes géométriques ; ils moulent habituellement les silicates et sont souvent de petite taille. On en trouve cependant exceptionnellement des grains atteignant la grosseur d'une noisette.

Dans les *ariégites* [1] des mêmes gisements, le spinelle est vert en lames minces, mais passe par des étapes insensibles à la picotite ; il semble que ce spinelle doive être souvent rapporté à la ferropicotite. Il se rencontre en plus gros individus que le précédent et les échantillons de

1. J'ai décrit sous ce nom (*C. R.* CXXXII, 258. 1901 et *C. R. Congr. géol. internat.*, Paris. 1900. 1.) des roches dépourvues de feldspath et d'olivine, formant dans la lherzolite des traînées et des filons ; elles sont essentiellement constituées par des pyroxènes (diopside, diallage, bronzite) et du spinelle, avec ou sans grenat et amphibole ; ce dernier minéral prédomine parfois sur le pyroxène. Grâce à la richesse en spinelle et parfois en grenat et en amphibole, ces roches renferment de 15 à 20 °/₀ d'alumine ; elles se distinguent donc par ce caractère des types ordinaires de pyroxénolites et de hornblendites. En recuisant le produit de leur fusion, j'ai obtenu des roches basaltiques constituées par de la bytownite et du pyroxène, avec ou sans olivine.

la grosseur d'une noisette ne sont pas rares ; dans l'*Ariège*, il faut citer spécialement les environs de Prades, la vallée de Suc et Lherz. Ce spinelle est parfois associé d'une façon intime à du grenat pyrope ; il forme aussi avec le pyroxène de remarquables associations kélyphitiques [vallée de Suc et Lherz (*Ariège*), Tuc d'Ess et Moncaup (*Haute-Garonne*)].

Plateau Central, Vosges, etc. — La picotite se rencontre comme élément microscopique dans tous les gisements de péridotites et de serpentines signalés tome I, page 185, et d'une façon plus générale, dans toutes les roches similaires françaises.

2° *Dans les formations volcaniques.*

a) *Dans les nodules à olivine et les basaltes.*

La picotite joue dans les nodules à olivine le même rôle que dans la lherzolite, dont ils ont la composition. Je n'ai pas de gisement particulièrement intéressant à citer à ce point de vue et je renvoie à cet égard au tome I, page 188.

La picotite y est normalement xénomorphe, mais s'y trouve sous forme d'octaèdres nets, quand les nodules ont subi des phénomènes de fusion et de dissolution par suite de leur englobement dans le magma et ont recristallisé à leur contact avec le basalte.

La picotite, en octaèdres microscopiques, se rencontre parfois dans le basalte lui-même et notamment en inclusions dans l'olivine ; il est possible que dans bien des cas, elle provienne de la dissolution de nodules à olivine dans le magma.

b) *Dans les nodules à hornblende et pyroxène et dans les tufs volcaniques.*

La *ferropicotite* se rencontre en assez grande abondance dans les sables résultant de la désagrégation des cendres basaltiques du *Plateau Central*. Ce minéral se présente en grains parfois volumineux (2 centimètres) ou en cristaux arrondis, corrodés, offrant la forme a^1, avec parfois b^1 ou celle d'un octaèdre pyramidé (fig. 1), qui ne peut être déterminé avec précision, mais qui paraît être $a^{1/2}$ (221). La ferropicotite a l'éclat vitreux, elle est noire ou d'un brun noir, transparente en lames très minces et alors brunâtre ou verte.

Ce spinelle est évidemment un élément ancien, intratellurique, du magma basaltique et me paraît provenir de la désagrégation d'enclaves homœogènes ; si, en effet, on le rencontre presque toujours en cristaux ou en fragments isolés, je l'ai trouvé cependant aussi engagé dans quelques nodules à pyroxène et hornblende (Tareyre, Croustet). Il est généralement accompagné par la titanomagnétite, qui a la même origine et aussi par de gros cristaux de zircon et de corindon provenant, eux, de la désagrégation de roches granitiques.

Au point de vue chimique, la ferropicotite est caractérisée par l'existence d'une quantité de Fe^2O^3 atteignant presque celle de FeO et aussi par la faiblesse de la teneur en magnésium ; elle peut donc être regardée comme un pléonaste riche en Fe^2O^3. C'est pour rappeler l'analogie qu'elle présente avec la picotite par son gisement, par sa couleur, par sa teneur en fer total que je l'appelle *ferropicotite*.

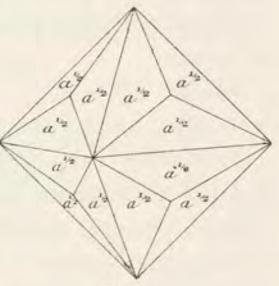


Fig. 1.
Ferropicotite du Velay.

Les principaux gisements à citer sont les suivants :

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Les tufs et les brèches basaltiques des environs du Puy : (Taulhac, le Croustet, la Denise, le rocher Corneille), le volcan du Coupet (voir à corindon), St-Jean-de-Nay, Bilhac, Sainzelle, Vialette.

Corbières. — *Hérault.* Des cristaux de ferropicotite, identiques à ceux de la Haute-Loire, se rencontrent dans les tufs basaltiques des environs de Montpellier ; les cristaux sont parfois assez nets : les localités dont la collection du Muséum possède de beaux échantillons sont les suivants : Valmaillargues (Valmailhargues) en Grabels et Montferrier ; on en trouve également dans la vallée du Lez, ils résultent de la désagrégation de ces mêmes tufs (Moulin de Soret).

Coirons. — *Ardèche.* Des spinelles du même genre se rencontrent dans les tufs basaltiques des Coirons (Rochemaure, etc.)

Madagascar. — De beaux cristaux de ferropicotite (a^1 ; a^1 b^1) atteignant 1 centimètre de plus grande dimension sont fréquents dans la région de Diégo-Suarez (Antsirane) : ils sont très arrondis, souvent caverneux et superficiellement irisés.

De gros octaèdres (1 cm.) avec arêtes arrondies, indiquant l'existence de trioctaèdres, se trouvent avec hornblende, augite et olivine dans les tufs basiques d'Ankalampo (Nosy bé) ; je signale encore les environs d'Antsirabe.

GAHNITE

$ZnAl^2O^4$

Cubique.

Formes observées. a^1 (111).

Macles. Suivant a^1.

Clivages. Parfois plans de séparation suivant a^1. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 7,5 à 8.

Densité. 4,0 à 4,6.

Coloration et éclat. De diverses nuances, allant jusqu'au noir ; brune, violette. Poussière grise. Translucide à opaque.

Éclat vitreux, parfois un peu gras.

Propriétés optiques. Monoréfringente.

Composition chimique. La composition chimique théorique est donnée ci-contre. Une partie du zinc peut être remplacée par du fer et du manganèse (*dysluite*), du fer et du magnésium (*kreittonite*) (densité 4,48 à 4,89). En même temps, une petite quantité d'aluminium peut être remplacée par du fer.

Al^2O^3	55,7
ZnO	44,3
	100,0

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme le spinelle, mais le minéral, chauffé au chalumeau, avec un mélange de borax et de soude, donne un enduit d'oxyde de zinc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La gahnite et ses variétés sont des minéraux des schistes cristallins ; ils ne se rencontrent dans aucun gisement français, mais je les ai trouvés comme produit néogène dans les matériaux de l'incendie de la ville de Saint-Pierre consécutive à l'éruption de la Montagne Pelée du 8 mai 1902 (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* Paris, 1904, 635.)

Antilles. — *Martinique.* Les laves synthétiques, produites par la fusion des murs d'andésite de la maison d'un marchand de fer de Saint-Pierre, renferment de nombreux minéraux néogènes produits par la réaction du verre d'andésite sur le mortier, le verre et les métaux (fer, cuivre, zinc), préalablement oxydés.

Dans les portions, qui ont englobé des objets de laiton et de zinc, j'ai rencontré des cristaux nombreux de willémite, de zincite et enfin des octaèdres transparents de gahnite, à côté d'octaèdres opaques, à rapporter en partie à la franklinite. Cette gahnite possède des couleurs variées, brune, violette ou verte : il est permis de penser que ces diverses particularités sont le résultat de variations d'une composition chimique, qu'il n'est malheureusement pas possible de préciser, la quantité de matière étant trop peu considérable.

CHROMITE MAGNÉSIOCHROMITE CHROMOPICOTITE

$FeCr^2O^4$ **$(Fe, Mg)Cr^2O^4$** **$(Fe, Mg)(Cr, Al)^2O^4$**

Cubique.

Formes observées. Les cristaux de chromite sont peu fréquents ; ce sont des octaèdres $a^1(111)$, avec parfois b^1 (110). Le plus souvent le minéral se présente sous forme grenue ou compacte.

Cassure. Cassure inégale.

Dureté. 5,5. Fragile.

Densité. 4,32 à 4,57.

Coloration et éclat. Noires de fer. Poussière noire. Souvent transparentes en lames très minces et alors jaune brun foncé ; opaque. Éclat submétallique, souvent gras.

Propriétés optiques. Monoréfringentes.

$$n = 2{,}0965 \text{ (Thoulet).}$$

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule $FeCrO^4$ est donnée en *a*. Une partie du fer peut être remplacée par du magnésium (*magnésiochromite*), une partie du chrome par de l'aluminium, plus rarement par du fer ; le minéral passe alors à la picotite (*chromopicotite*).

b) de la *chromite* de la Bastide de la Carrade par M. Chabrié. Une ancienne analyse de Vauquelin et Tassaert. (*Bull. Soc. philom.* II. 57. 1800) a donné Cr^2O^3 43,0 ; Al^2O^3 20,3 ; FeO 34,7 ; SiO^2 2,0 = 100,0.

Analyses de la *magnésiochromite* c) de la Nouvelle-Calédonie par Liversidge (*Roy. Soc. N. S. Wales.* 1880).

d) id. (Mine Anne Madeleine) par M. Glasser (*op. cit.*).

De la *chromopicotite e*), de la météorite de l'Aigle (*Orne*), par Schwager (*Sitzungs. bayr. Akad. Wiss. München.* VIII. 39. 1878). Cette analyse conduit au rapport $Cr^2O^3 : Al^2O^3 = 10 : 3$.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
Cr^2O^3	68,0	61,53	66,54	68,00	52,13
Al^2O^3	»	3,72	4,51	3,00	10,25
FeO	32,0	31,53	10,85	16,70	37,68
MgO	»	1,29	15,03	11,10	»
CaO	»	0,34	»	»	»
SiO^2	»	0,55	3,54	»	»
	100,0	98,96	100,47	99,89[1]	100,06

Essais pyrognostiques. Au feu réducteur, la chromite s'arrondit sur les bords et devient magnétique. Dissoute dans le borax ou dans le sel de phosphore, elle donne à chaud seulement les réactions du fer, mais fournit à froid la coloration verte du chrome (surtout en présence de l'étain).

Inattaquable par les acides, mais décomposée par fusion avec le bisulfate de potassium ou le sulfate de calcium.

Diagnostic. L'absence de magnétisme permet de distinguer la chromite et ses variétés de la magnétite ; la résistance aux acides et les réactions pyrognostiques de l'ilménite ; la densité et les réactions intenses du chrome, du pléonaste et de la ferropicotite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chromite se rencontre dans les péridotites et les serpentines résultant de leur décomposition ; on la trouve aussi dans les météorites et plus rarement dans des roches métamorphiques.

1° *Dans les péridotites.*

Maures. — *Var.* C'est à la Bastide de la Carrade, près Gassin, que ce minéral a été trouvé pour la première fois dans la nature. Vauquelin, qui venait de découvrir le chrome, en donna une première

1. Y compris 1,09 d'hématite mélangée mécaniquement.

description sous le nom de *fer chromaté* (*Bull. soc. philom.* II. 55, 1800 et *J. M.* X. 521. 1801). Elle forme dans ce gisement peu important des nodules au milieu d'une serpentine ; l'analyse récente *b* de M. Chabrié est fort différente de l'ancienne analyse due à Vauquelin.

Algérie. — *Constantine*. Des masses de chromite se trouvent à l'ouest de Collo à Euch-el-Bez et à Tafercha, au milieu de la serpentine. Des tentatives d'exploitation, infructueuses du reste, ont été faites sur le premier de ces gisements, dont la chromite est compacte, sans apparence de forme cristalline.

Nouvelle-Calédonie. — Cette colonie est l'un des centres les plus importants de la production mondiale de minerais de chrome. Celui-ci paraît être constitué par de la *magnésiochromite* (analyses *c* et *d*) existant comme élément normal des péridotites (dunites et harzburgites) serpentinisées ; elle s'y trouve toujours en petits grains ou en menus octaèdres disséminés. Elle y constitue aussi des ségrégations, des amas ou des filons, dans lesquels elle existe seule ou est associée à de la bronzite, du diopside chromifère, des plagioclases kaolinisés, etc. Ce sont ces amas ou filons qui constituent les gisements en place.

Mais les exploitations les plus importantes ont lieu sur des gisements, souvent qualifiés inexactement d'alluvionnaires Ils consistent en agglomération de cristaux ou de fragments de magnésiochromite enveloppés dans une terre jaune, provenant de la décomposition sur place des serpentines. Il existe aussi, d'ailleurs, de vrais gisements alluvionnaires dans le thalweg des vallées descendant des massifs serpentineux.

La magnésiochromite de la Nouvelle-Calédonie constitue des octaèdres réguliers très nets, lorsqu'elle est englobée dans une gangue silicatée. Les plus beaux que j'ai observés, atteignant plusieurs centimètres, sont enveloppés pœcilitiquement dans de grands cristaux de diopside chromifère et de bronzite.

La magnésiochromite constituant les filons et les amas est souvent compacte, à éclat gras très éclatant, donnant de grandes surfaces de cassure continue.

Dans d'autres cas, elle présente une structure coccolitique et fournit par le choc des solides polyédriques à surface quelquefois courbe, dont les dimensions peuvent atteindre celles d'une noix.

Je signalerai enfin une variété possédant des clivages interrompus suivant a^1 (111), creusés de cavités et dont l'aspect moiré semble indiquer une structure hétérogène.

La magnésiochromite détritique est constituée par des cristaux, des fragments anguleux ou roulés. Ses grains sont parfois recouverts d'un enduit de rouille, qui leur fait donner le nom de *chrome rouge* par les mineurs. J'ai observé des échantillons (Tiebaghi) constitués par l'agglomération de petits cailloux arrondis de magnésiochromite entourés d'un vernis d'un noir bleuâtre d'asbolite, qui les soude solidement les uns aux autres. Enfin, il n'est pas rare de rencontrer des sortes de conglomérats, dans lesquels les fragments de chromite sont cimentés par de l'hydrargillite, dont les lames sont implantées perpendiculairement à leur surface et se terminent par des pointements cristallins dans de très nombreuses cavités. Quand celles-ci sont de grande dimension, elles sont tapissées de belles productions stalactiformes d'hydrargillite.

Je signalerai, en terminant, la fréquence dans la chromite compacte, de veinules d'un beau vert émeraude constituées par de petits rhombododécaèdres agglomérés d'*ouwarowite*.

Les gisements sont légion ; je citerai parmi ceux exploités, ceux de Tiebaghi, de Plum, de Saint-Vincent, des alentours de la plaine des Lacs (mine Anne-Madeleine, mine La Tchaux), des environs du cap Goulvain (mine Belle-Pluie etc.), des environs du Nakéty, la mine Espérance dans la vallée de Pouéo près Bourail, dans laquelle on aurait trouvé un sulfure de nickel (Glasser. *A. M.* V. 69. 1904. Ce mémoire renferme la description de nombreuses mines).

2° *Dans les météorites.*

La chromite est un élément assez fréquent des météorites pierreuses ; elle s'y trouve en petits cristaux ou en grains inclus dans l'olivine et les pyroxènes rhombiques. Elle est particulièrement abondante dans la météorite asidère (*chassignite*) tombée à Chassigny, près Langres, (7 °/₀ Damour, *C. R.* LV. 593. 1862), et dans les météorites oligosidères de Saint-Mesmin (2.18°/₀. Pisani, *C. R.* LXII. 1326. 1866), de Montrejeau (0,67 °/₀ Chancel et Moitessier, *C. R.* XLVIII. 481. 1859; 1.03 °/₀. Harris (*An. Ch. Pharm.* CX. 184. 1859), de l'Aigle (analyse *e*), de Kérilis (Daubrée *C. R.* XCI. 30. 1880), de Saint-Christophe-la-

Chartreuse à Rocheservière (5 novembre 1841) [1] et de Chantonay (0.84°/₀). Berzélius a signalé des traces d'étain dans la chromite de la météorite de cette dernière chute (*P. A.* XXXIII, 25. 1834).

3° *Dans les roches métamorphiques.*

Vendée. — *Loire-Inférieure.* La carrière de Malabry à Vieillevigne est ouverte sur une dolomie quartzifère, localement colorée en vert par une sorte de muscovite (fuchsite), qui est accompagnée de petits grains de chromite. Cette dolomie peut-être rapprochée de la listwänite de l'Oural, le mica y joue le même rôle que le talc dans cette dernière roche ; elle est intercalée dans les schistes à séricite.

Périgord. — *Dordogne.* Une roche analogue, tachetée de rose et de vert, se trouve à Combeyrol près Jumilhac-le-Grand ; elle contient aussi de petits grains de chromite.

MAGNÉTITE

$\overset{\text{III}}{\text{Fe}\text{Fe}^2}\text{O}^4$

Cubique.

Formes observées. p (100) ; a^1 (111) ; b^1 (110).

Macles. Macle suivant a^1, souvent polysynthétique, donnant naissance à des bandes hémitropes, qui se manifestent par des stries sur les faces octaédriques et par des plans de séparation parallèles à celles-ci.

Faciès des cristaux. La forme dominante est l'octaèdre régulier, portant souvent de petites facettes b^1 (fig. 3) ; c'est la forme habituelle de la magnétite jouant le rôle d'élément de roche.

Le rhombododécaèdre est rare en France et localisé dans les gisements métallifères ; ses faces portent des stries parallèles aux faces octaédriques ou à un axe ternaire (fig. 11).

Je n'ai à citer plus loin qu'un seul exemple de l'existence du cube (fig. 1 et 2).

Exceptionnellement, dans les cristaux des fumerolles volcaniques, la magnétite se présente en cristaux aciculaires, très allongés suivant un axe quaternaire (fig. 9), ou un axe ternaire (fig. 10).

1. Cette météorite n'est pas citée tome I, page 192, dans l'énumération des chutes des météorites françaises ; elle était restée inconnue ; je l'ai récemment décrite (*B. S. Sc. nat. Ouest.* VI.41.1906).

Les octaèdres ont une grande tendance à former des groupements cristallitiques, en s'enfilant le long des axes quaternaires (fig. 8) ; c'est la forme caractéristique de la magnétite microscopique des verres fondus naturels ou artificiels, refroidis rapidement; des groupements du même genre, mais macroscopiques existent dans les produits de fumerolles volcaniques. La magnétite forme aussi entre les lames de mica de délicates dendrites, soumises aux mêmes lois géométriques.

Elle constitue fréquemment des masses grenues à éléments plus ou moins fins ou des masses compactes, qui, très exceptionnellement, présentent une surface botroïde. Il existe enfin des variétés terreuses.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. — Groupements avec hématite. Les groupements réguliers de magnétite et de magnésioferrite avec l'hématite, découverts pour la première fois au Vésuve, sont fréquents parmi les produits des anciennes fumerolles de l'Auvergne ; j'en ai décrit déjà une première modalité (*B.S.M.* XV. 11. 1892) ; ils se rapportent à deux types :

1° Les octaèdres sont formés par l'entrecroisement de cristaux lamelleux d'hématite, dont les intervalles sont remplis par la magnétite ou la magnésioferrite. L'axe ternaire de l'hématite coïncide avec un des axes ternaires de la magnétite. Les lames a^1 (0001) du premier minéral sont par suite disposées parallèlement à l'une des faces a^1 (111) de la magnétite; de plus, les axes binaires du premier coïncident en direction avec les diagonales de la face octaédrique (fig. 4 à 6).

2° Le second type est moins fréquent ; de nombreux octaèdres de magnétite sont accolés sur la base d'une grande lame d'hématite spéculaire, à laquelle ils sont liés par la même relation géométrique que dans le cas précédent (fig. 7).

Groupements de magnétite et d'ilménite. — Les deux minéraux sont associés comme dans le type précédent, mais le groupement n'est pas visible par les caractères extérieurs; pour le mettre en évidence, il est nécessaire d'attaquer une lame mince par l'acide chlorhydrique, qui dissout plus rapidement la magnétite que l'ilménite et permet au bout de quelque temps de distinguer cette dernière, grâce à sa translucidité. La constatation de ces groupements est importante, car elle montre que certaines des magnétites titanifères, dont il va être question plus loin, ne sont que des associations physiques de deux minéraux différents.

Groupements avec la biotite. — J'ai rencontré dans les sanidinites de Menet (*B.S.M.* XIV, 316. 1891) de petits octaèdres néogènes de magnétite, groupés sur de la biotite ancienne, d'après la deuxième relation indiquée plus haut ; ils sont accompagnés de lamelles d'hématite, également orientées sur leur hôte.

Clivages. Il n'existe pas de clivages, mais parfois des plans de séparation parallèles à a^1, accompagnant des macles secondaires : ils peuvent être extrêmement faciles et ne s'observent que dans les roches ayant subi des actions dynamiques.

Cassure conchoïdale à inégale. La cassure conchoïdale est particulièrement nette dans la titanomagnétite d'Auvergne.

Dureté. 5,5 à 6,5. Fragile.

Densité. 5,17 à 5,18. Magnétite normale. La densité est plus faible dans les variétés contenant des éléments autres que du fer : 4,65 à 4,57 dans la *magnésioferrite*, 5,065 (*titanomagnétite* du Croustet).

Coloration et éclat. Noire de fer. Poussière noire.

Éclat variable suivant les échantillons, tantôt métallique et extrêmement éclatant (titanomagnétite d'Auvergne en particulier), tantôt faiblement métallique ou même aspect terne.

Propriétés optiques. Opaque, mais en plaques extrêmement minces, comme dans le cas des dendrites dans les micas, la magnétite peut devenir légèrement transparente et brunâtre.

Propriétés magnétiques. Extrêmement magnétique. Exceptionnellement magnétipolaire (*pierre d'aimant*).

Composition chimique. La composition théorique $\overset{\text{II}}{\text{Fe}}\overset{\text{III}}{\text{Fe}^2}\text{O}^4$ ou FeO Fe^2O^3 correspond à l'analyse *a*).

L'oxyde ferreux peut être remplacé en quantité plus ou moins grande par du magnésium (*magnésioferrite*), très rarement et en moindre quantité par du manganèse (*manganomagnétite*), plus rarement encore par une faible quantité de nickel. De même, une petite partie de l'oxyde ferrique est fréquemment remplacée par du Ti^2O^3 (*titanomagnétite*) ; on a signalé quelques magnétites contenant une faible proportion de Cr^2O^3 ou de V^2O^3.

b) Analyse de la *titanomagnétite* du Croustet (*Haute-Loire*), par M. Arsandaux (*B.S.M.* XXIV. 475. 1901) ; le Ti^2O^3 y est exprimé en TiO^2, forme sous laquelle le titane a été dosé.

	a	b
Fe^2O^3	69,0	57,7
FeO	31,0	34,5
MnO	»	0,9
MgO	»	0,5
TiO^2	»	5,3
	100,0	98,9

Propriétés pyrognostiques. Très difficilement fusible au chalumeau ; au feu oxydant, perd son magnétisme en se transformant en hématite ; donne les réactions du fer, et dans les variétés citées plus haut, celle du magnésium et du titane. A cet égard, la titanomagnétite se comporte comme l'ilménite (t. III, p. 289). L'essai du titane par la morphine dans la solution chlorhydrique du minéral est celui que j'emploie de préférence.

La magnétite et la titanomagnétite sont plus solubles dans l'acide chlorhydrique que l'ilménite ; la magnésioferrite, au contraire, paraît moins attaquable.

Diagnostic. La forme géométrique, le magnétisme, la poussière noire sont caractéristiques de la magnétite. Les deux premières propriétés notamment permettent de distinguer facilement la titanomagnétite de l'ilménite, qui présente le même aspect extérieur et lui est souvent associée.

Altérations. Par réduction, la magnétite se transforme en FeO, qui se carbonate, se transformant en sidérite, qui peut à son tour subir un nouveau cycle d'altération par oxydation.

Par oxydation, la magnétite se transforme en hématite ; les pseudomorphoses de ce genre constituent la *martite*, sur la nature de laquelle on a longtemps discuté ; on a admis successivement qu'elle est une forme cubique d'hématite ou une pseudomorphose de magnétite ou de pyrite en hématite. Les pseudomorphoses complètes ont une poussière rouge franc et ne sont pas magnétiques, les pseudomorphoses incomplètes ont une poussière qui tire sur le noir ; elles sont plus ou moins magnétiques. Il ne faut pas confondre, comme on l'a fait pendant longtemps, la martite avec les groupements à axes parallèles de magnétite et d'ilménite décrits plus haut.

La titanomagnétite se tranforme comme l'ilménite en sphène (*leucoxène*) (voir t. II, p. 253).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La magnétite est peut-être le minéral le plus universellement répandu dans la nature. En effet, à part certains sédiments, elle se trouve dans toutes les roches éruptives ou métamorphiques et dans des roches sédimentaires bien qu'en quantité variable ; elle forme en outre des gisements spéciaux ayant une importance économique.

Je la considérerai successivement :

1° dans les roches éruptives ;
2° dans les contacts de roches éruptives ;
3° dans les filons métallifères ;
4° dans les fentes de roches diverses ;
5° dans les schistes cristallins ;
6° dans les roches sédimentaires ;
7° dans les produits d'usine ou d'incendie.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les roches grenues.*

α. Dans les roches granitiques.

La magnétite se rencontre comme élément constituant des roches granitiques, mais elle ne s'y trouve d'ordinaire qu'en très petite quantité, surtout dans les variétés très acides ; elle y est généralement peu ou pas titanifère. La seule roche dans laquelle elle forme des échantillons un peu gros est la pegmatite ; ce sont les micas de ces roches qui renferment parfois les dendrites de magnétite, dont il a été question plus haut. A cet égard, la seule région française intéressante à signaler est la suivante.

Madagascar. — On verra plus loin que la magnétite est très abondante dans les schistes cristallins de la grande île ; elle ne l'est pas moins dans les roches granitiques et il n'est pas toujours facile d'établir une distinction bien nette entre ces deux catégories de roches. Quelques-uns des blocs et des gros cristaux de magnétite, qui sont rapportés de cette colonie, proviennent de pegmatites ; tel est le cas en particulier de beaux échantillons, que j'ai eu l'occasion d'examiner et qui ont été recueillis à Besakoa, sur le chemin de Bakihy, à 60 km.

de Bininitra ; ce sont de gros octaèdres à faces en escalier, qui englobent du quartz et de la muscovite ; ils portent à leur surface l'empreinte de lames de ce dernier minéral.

La magnétite de ce genre de gisement présente fréquemment des plans de séparation suivant a^1.

β. Dans les gabbros, diorites, diabases.

En général, la magnétite est d'autant plus abondante que ces roches sont plus basiques. Elle y forme des plages macroscopiques, moulant les autres éléments ou est incluse dans ceux-ci sous forme d'octaèdres nets. Elle peut atteindre plusieurs centimètres de plus grande dimension dans les variétés à grands éléments [gabbros du Pallet (*Loire-Inférieure*) par exemple]. Le minéral appartient généralement à la *titanomagnétite* ; il est fréquemment associé à l'ilménite. Je n'insiste pas sur ces gisements, qui sont innombrables, et sans intérêt minéralogique.

Il n'existe pas, en France, au milieu des roches feldpathiques basiques, de ces importantes concentrations magmatiques de magnétite, qui sont connues et exploitées dans d'autres régions ; je ne connais sur notre territoire que les gisements suivants, qui constituent une indication de ce phénomène. (Voir aussi plus loin pour des gisements dus à des phénomènes de contact.)

Pyrénées. — *Ariège*. De petits amas de magnétite s'observent dans les ophites des bords du Salat, à la Métairie de Roquilles, près de Mercenac et à la Métairie de Coulomé, entre Castelnau-Durban et Rimont.

γ). Dans les roches feldpathiques basiques comme produit secondaire.

Algérie. — *Alger*. Les gisements triasiques de l'Algérie renferment des blocs de roches ophitiques plus ou moins complètement dipyrisés ; elles ont parfois subi des actions mécaniques, qui les ont transformées en roches finement rubanées ; je dois à l'obligeance de M. Gentil un échantillon dipyrisé recueilli dans le gypse de Teniet el Haad (La Rampe) et qui contient en grande quantité de jolis octaèdres de magnétite à faces brillantes, dont la distribution est sans rapport avec le rubanement ; leur cristallisation a été par suite postérieure aux actions dynamiques qui ont produit celui-ci ; il s'agit donc là nettement d'une production de magnétite par voie secondaire.

γ. Dans les péridotites (serpentines).

La magnétite est un fréquent produit d'oxydation des silicates renfermant du protoxyde de fer, aussi la voit-on en abondance sous forme microscopique dans les serpentines. Elle constitue quelquefois en outre dans les péridotites (serpentinisées ou non) des concentrations magmatiques exploitables, quand elles sont de dimensions suffisantes.

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai recueilli dans la lherzolite altérée de Bestiac, des blocs de la grosseur du poing, constitués par de la magnétite à surface botroïde, structure peu habituelle dans ce minéral. Des échantillons analogues se trouvent au Tuc de Coume, près Castillon.

Plateau Central. — *Aveyron*. La magnétite forme dans la serpentine du Puy-de-Volt, près Firmi, de minces filonnets (3 cm. d'épaisseur, au maximum), s'entrecroisant et se renflant parfois en petits amas à leurs points de jonction. Cette magnétite constitue aussi des masses bacillaires, dont les baguettes se terminent par des pointements a^1. Des cristaux nets de la même forme, souvent polysynthétiques, se rencontrent dans des cavités de la même roche, associés à de la chlorite et à des scalénoèdres de calcite.

La magnétite constitue de petites masses et des veinules ramifiées dans les serpentines de Najac et d'Arvieu.

Esterel. — *Var*. Des masses de magnétite ont été rencontrées dans la serpentine de la Ferrière d'Agay, etc.

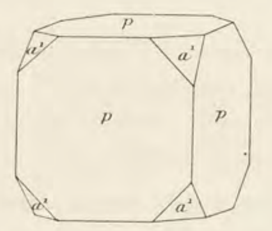
Corse. — C'est dans la même roche que se trouvent des lentilles de magnétite à Farinole et Olmeta; un commencement d'exploitation y a été fait. Cette magnétite est compacte ou finement grenue.

Ce sont probablement des gisements analogues qui ont fourni des échantillons similaires de la collection du Muséum, provenant de Poggio d'Oletta, de San-Pietro-de-Toreta et de Galiera. La magnétite est d'ailleurs fréquente dans toutes les serpentines corses ; M. Nentien m'a signalé comme particulièrement intéressant à ce point de vue le versant occidental de la crête séparant Barrettali et Canari de Pietra-Corbara (notamment les escarpements, situés au pied occidental du Monte Alticcione).

Nouvelle-Calédonie. — La magnétite et la chromite se trouvent mélangées à l'hématite compacte et scoriacée, qui abonde, comme

formation superficielle, dans les régions serpentineuses (Ile Ouen, etc.). Cette hématite provient probablement de l'oxydation des deux spinellides ferrifères.

J'ai étudié de curieux cristaux isolés, de 1 à 2 centimètres de diamètre, provenant des environs de Bourail et de Haouailou : ils sont plus ou moins corrodés ou roulés. Leur forme est singulière pour de la



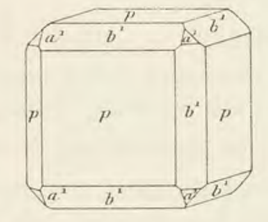


Fig. 1 et 2.
Magnétite de Bourail.

magnétite ; les uns sont des cubes avec de petites facettes a^1 (fig. 1), les autres sont constitués par des faces p (100) et b^1 (110) à peu près également développées, avec de petites facettes a^1 (fig. 2). La cassure est très conchoïde et extrêmement brillante, rappelant celle de la titanomagnétite d'Auvergne.

b) *Dans les roches volcaniques.*

La magnétite est un élément constant de toutes les roches volcaniques, mais elle y est, comme dans les roches grenues, d'autant plus abondante et souvent d'autant plus titanifère que la roche est plus basique. Elle s'y observe en phénocristaux intratelluriques et en microlites : c'est le minéral dont la période de cristallisation a été la plus longue. Fréquemment, dans les types vitreux refroidis rapidement, elle se présente avec des formes cristallitiques, qui rappellent celles que l'on trouve dans les produits d'industrie ; ces cristallites sont particulièrement abondants et beaux dans les basaltes. Dans les basaltes, dits demi-deuil, du Mont-Dore, il est fréquent de trouver de petites lamelles de biotite embrochées sur ces cristallites de magnétite.

L'abondance des cristaux intratelluriques de magnétite dans beaucoup de roches explique la fréquence de ces cristaux ou de leurs frag-

ments dans les produits de projection basaltiques, ainsi que dans certaines enclaves homœogènes (nodules à hornblende) des laves basiques.

Tout ce qui vient d'être dit concerne la magnétite ayant cristallisé directement du magma fondu. Le même minéral se forme en outre aux dépens de quelques éléments silicatés, qui ne sont stables que lorsque le magma est sous pression, c'est-à-dire avant son épanchement. Tel est le cas de la hornblende et de la biotite en voie de résorption magmatique. Tantôt la magnétite, mélangée à des produits silicatés amorphes, forme une couronne noire, continue, au minéral transformé ou en voie de transformation (*opacite* des anciens pétrographes), tantôt elle s'isole en octaèdres nets, accompagnés de pyroxènes (généralement hypersthène dans le cas de la biotite, augite, dans celui de la hornblende) ; parfois il existe en outre des feldspaths néogènes (andésites et dacites de la *Martinique*).

La magnétite se forme dans les mêmes conditions aux dépens des minéraux ferrugineux des enclaves énallogènes, englobées dans les roches volcaniques ; elle peut être facilement étudiée dans les enclaves de gneiss et de granite du trachyte du Capucin au Mont-Dore, où elle est associée à des octaèdres de spinelle pléonaste vert.

La magnétite des roches volcaniques subit un mode d'altération très fréquent, qui est important en ce qu'il modifie profondément (par *rubéfaction*) la couleur de ces roches. Il s'agit d'une transformation en hématite (*martite*). Cette rubéfaction des roches volcaniques, que l'on observe aussi bien dans les trachytes, les andésites, que dans les basaltes, peut se produire sous deux influences distinctes : elle peut prendre naissance sous l'action séculaire des agents atmosphériques, longtemps après la cessation des phénomènes éruptifs, elle peut dater aussi du refroidissement de la lave ; je renvoie pour plus de détails aux observations que j'ai faites sur ce sujet au cours de la formation du dôme de la Montagne Pelée (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 531).

Je ne m'occuperai plus que de quelques gisements de roches basiques fournissant de beaux échantillons de *titanomagnétite*, puis je traiterai de la magnétite non magmatique, formée sous l'influence des fumerolles.

α. Comme élément essentiel.

Plateau Central.— *Haute-Loire*. Les tufs et les scories basaltiques du Velay, ainsi que les sables provenant de leur désagrégation, ren-

ferment de nombreux cristaux de titanomagnétite à cassure conchoïde brillante et vitreuse. Ils peuvent atteindre 1 centimètre de plus grande dimension; leurs faces sont parfois remarquablement nettes[1]; elles sont souvent ternes, mais quelquefois aussi très éclatantes. La forme dominante est a^1 (les faces sont parfois creuses), avec (fig. 3) ou sans b^1 (110); cette dernière forme est rare à l'état isolé. Les gisements à citer spécialement sont le Croustet (analyse *b*), Sainte-Anne, Taulhac, Vialette, Bilhac, Mons, Sainzelle, le Coupet, etc. Les grains dépourvus de formes géométriques sont plus abondants encore.

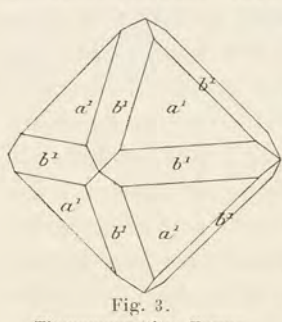


Fig. 3.
Titanomagnétite. Forme commune.

Ce minéral forme aussi, avec augite, des rognons, hérissés de pointements cristallins lus ou moins distincts, pouvant atteindre la grosseur du poing. Ils sont parfois magnétipolaires. La titanomagnétite se trouve enfin en grains ou en cristaux englobés dans le basalte de la même région.

Puy-de-Dôme. Cantal. Les basaltes et notamment les basaltes porphyroïdes renferment des cristaux de titanomagnétite, à cassure conchoïde, résineuse, atteignant parfois plus d'un centimètre de diamètre; ils paraissent dépourvus de formes géométriques; par contre, on rencontre parfois des octaèdres nets dans les tufs basaltiques de la même région. Voici quelques gisements caractéristiques ; dans le *Cantal* : Thiézac, etc.; dans le *Puy-de-Dôme* : Montaudou près Royat, Puy de Charade, Plateau de Landine près Pontgibaud (jolis cristaux a^1 b^1 isolés), au Mont-Dore (Banne d'Ordanche en particulier). Dans les tufs basaltiques du Puy Corent ont été trouvés des cristaux d'augite, associés à la titanomagnétite (a^1).

Corbières. — *Hérault*. **Coirons**. — *Ardèche*. Mêmes gisements que ceux énumérés à la *ferropicotite*.

Antilles.— *Martinique et Guadeloupe*.— **Tahiti**.— **Réunion**.— **Comores**. — Les tufs basaltiques et labradoritiques de ces régions renferment des cristaux de titanomagnétite identiques à ceux du Plateau Central de la France.

1. Tous les cristaux de ce type ne viennent pas du magma basaltique. Pascal a en effet rencontré à Taulhac et au Croustet, des cristaux des titanomagnétite enveloppant des cristaux de zircon, qui, eux, proviennent certainement des granites (voir tome III).

β. Comme produit de fumerolles.

Dans les roches elles-mêmes ou à leur voisinage.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Dans la plupart des gisements d'hématite spéculaire, décrits tome III, page 255, et spécialement dans les fentes des trachytes (Sommet du Puy-de-Dôme, Puy-de-la-Tache, Grande Cascade du Mont-Dore), mais aussi parfois dans celles du basalte (Royat), ce minéral est accompagné d'octaèdres de magnétite. Ils sont parfois homogènes ; leurs faces sont alors lisses et brillantes, mais le plus souvent, ils ont une structure complexe, leurs faces sont recouvertes de lamelles d'hématite, disposées suivant le type I de la loi, indiquée page 316 (fig. 4 et 5). Ce sont de véritables boîtes octaédriques, formées par l'enchevêtrement de cristaux d'hématite, avec remplissage de magnétite. J'ai montré (*B. S. M.* XV. 11. 1892) que cette magnétite est parfois magnésienne (*magnésioferrite*). Fort souvent, un grand nombre de cristaux se groupent à axes parallèles de façon à former de grandes plaques cristallines aplaties parallèlement à a^1. La fig. 6 représente l'une d'elles.



Fig. 4.
Octaèdres de magnétite groupés régulièrement avec hématite sur trachyte. Roc de Cuzeau.
(*Grandeur naturelle.*)



Fig. 5.
Figure théorique du groupement de la fig. 4.

Beaucoup plus rares sont les groupements du type II, dans lesquels les octaèdres de magnétite sont seulement implantés régulièrement sur de grandes lames d'hématite (fig. 7).

Des cristaux de magnétite présentant ces divers groupements peuvent atteindre près d'un centimètre suivant un axe quaternaire.

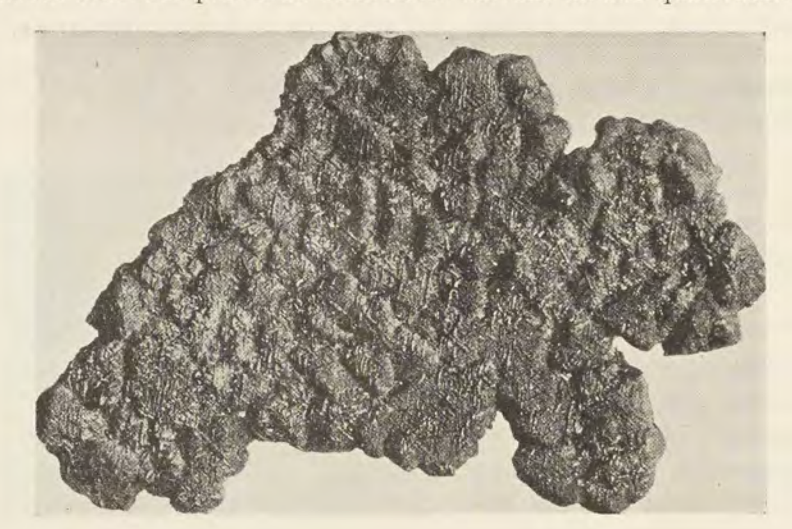


Fig. 6.
Groupement à axes parallèles d'octaèdres de magnétite associés régulièrement à l'hématite. Le plan de la figure est parallèle à a^1. Puy de la Tache. (*Grossissement de 3 diamètres.*)

Ce sont eux, en partie, qui ont été désignés par les anciens auteurs sous le nom de *martite* du Puy-de-Dôme. La description qui vient d'en être donnée montre qu'ils n'ont rien à voir avec la martite. Leur poussière plus ou moins rouge, la possibilité d'extraire de celle-ci, à l'aide d'un aimant, une partie noire magnétique (magnétite), avec comme résidu une portion rouge non magnétique (hématite), s'expliquent facilement par la structure précitée, qui est d'origine primaire.

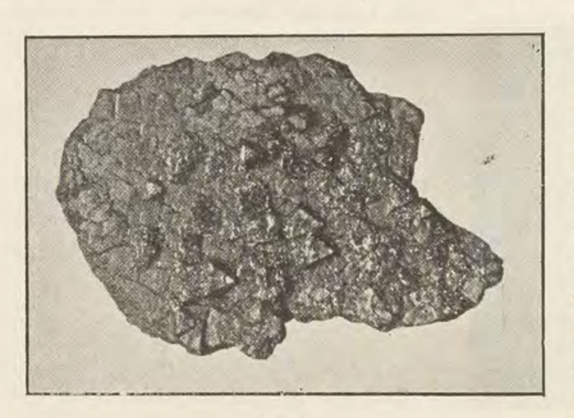


Fig. 7.
Octaèdres de magnétite groupés régulièrement sur lame d'hématite spéculaire. Puy de la Tache. (*Grossissement de 2 diamètres.*)

Au Roc de Cuzeau, au contraire, on rencontre, implantés sur le trachyte, des cristaux, qui méritent bien le nom de *martite*. Ce sont des octaèdres réguliers,

dépourvus de lames d'hématite; leurs faces sont ternes et raboteuses, leur poussière est à peu près uniformément rouge; ce sont de véritables épigénies de magnétite en hématite, produites sous l'influence de fumerolles. L'hématite secondaire a une structure grenue et n'est pas en relation géométrique avec l'octaèdre qu'elle épigénise.

Cette martite, qui a été signalée pour la première fois par M. Gonnard

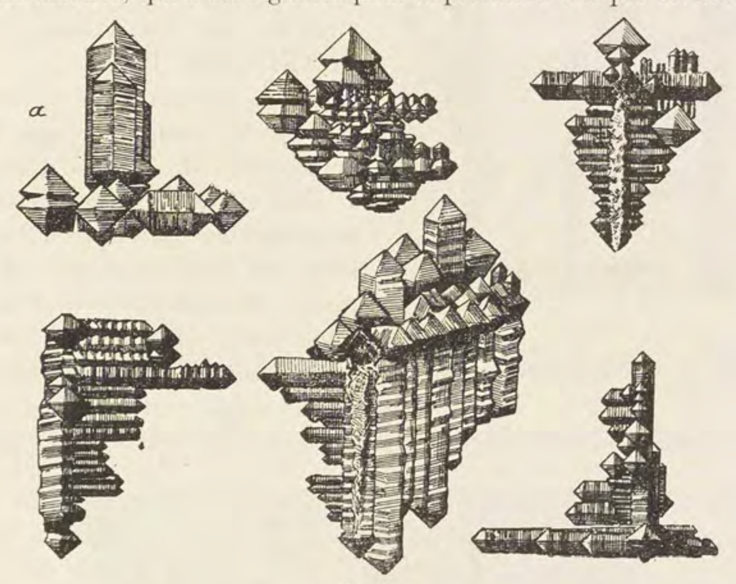


Fig. 8.
Groupements cristallitiques suivant un axe quaternaire de magnétite (transformée en martite). Roc de Cuzeau. (*Dessin légèrement grossi.*)

(*B.S.M.* VIII. 308. 1885), ne forme pas seulement des octaèdres nets; elle constitue aussi des associations cristallitiques régulières, dépassant 3 cm. de plus grande dimension; elles présentent toutes les particularités de structure, qui sont si fréquentes à l'état microscopique dans la magnétite des roches volcaniques. Ces groupements consistent dans l'empilement à axes parallèles d'un grand nombre d'octaèdres (ayant souvent des dimensions très constantes) suivant les trois axes quaternaires du cube. L'agencement de ces octaèdres à la suite les uns des autres est facile à saisir, grâce à la fréquence des angles rentrants (fig. 8), mais parfois les cristaux élémentaires sont si rapprochés les uns des autres que l'assemblage offre l'apparence d'un prisme quadratique, à faces verticales striées horizontalement, surmonté d'un octaèdre (fig. 8 *a*). Ce dernier cas permet d'expliquer les cristaux du gisement suivant, dans lequel ce stade a été seul observé.

De très curieux cristaux de magnétite ont été en effet trouvés une seule fois dans les fentes du lambeau précambrien et granitique en contact avec la domite du sommet du Puy Chopine, ainsi que dans la domite elle-même. Ils ont été jadis signalés par Ch. Friedel (*C. R.* LXXXIII. 996. 1876).



Fig. 9.
Magnétite allongée suivant un axe quaternaire. Puy Chopine. (*Grossissement de 2 diamètres.*)

Je dois quelques-uns de ces cristaux à M. Fouilhoux, qui les a découverts. Ils sont à rapporter à deux types, dont les individus sont souvent enchevêtrés. Le premier est caractérisé par un très grand allongement suivant un axe quaternaire (1 cm. × 1 mm.) et terminaison par quatre faces a^1, aucun angle rentrant n'est visible dans la zone verticale (fig. 9). Le second type est allongé suivant un axe ternaire, le contour des cristaux est parfois plus ou moins



Fig. 10.
Magnétite allongée suivant un axe ternaire. Puy Chopine. (*Grossissement de 2 diamètres.*)

hexagonal, mais le plus souvent, la zone d'allongement est constituée non par des faces planes, mais par une surface cylindrique moirée. Le pointement ternaire est d'environ 70° : c'est là l'angle des faces du tétraèdre régulier (fig. 10). Parfois ces cristaux supportent un petit octaèdre, normalement développé, du même minéral. Ces cristaux sont magnétipolaires et présentent des pôles de sens contraire à chaque extrémité.

Dans les enclaves.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La magnétite sous forme d'octaèdres réguliers, portant parfois de petites faces b^1 (fig. 3), est le minéral néogène le plus constant de toutes les enclaves (homoeogènes ou énallogènes) des trachytes du Mont-Dore. Ces cristaux sont particulièrement abondants au Capucin dans les cavités des enclaves (du trachyte) d'andésites diabasiques, où ils accompagnent la biotite, l'hypersthène, l'augite, le zircon, la tridymite, la fayalite, etc., ainsi que dans celles de gneiss à cordiérite ou de granite, où ils sont associés à l'hypersthène, à la tridymite et à l'orthose, etc.

Au Riveau-Grand, on les trouve avec les mêmes associations et surtout dans les géodes à cristaux de hornblende ; on peut citer encore le Puy du Barbier, le Puy de la Tache, le Puy de Surain, etc. [1].

Cantal. Dans les enclaves de sanidinites du trachyte de Lieucamp, à Menet, j'ai rencontré la magnétite, non seulement comme élément normal, mais encore comme produit néogène ; ses octaèdres sont groupés régulièrement à la surface de lames hexagonales de biotite suivant la loi indiquée page 316.

Antilles. — *Martinique.* J'ai observé de petits octaèdres de magnétite associés à des cristaux d'hypersthène dans les druses des enclaves basiques des andésites de la Montagne Pelée (laves anciennes et lave de l'éruption de 1902-1903).

1. C'est probablement d'un de ces gisements que proviennent les cristaux a^1, aplatis suivant la base, cités par Lévy (*op. cit.*, III. 105) et indiqués comme ayant été recueillis à la Bouiche (*Puy-de-Dôme*), car il n'existe pas de localité de ce nom dans ce département et je ne crois pas que l'on ait trouvé de cristaux drusiques de magnétite dans les houillères embrasées de Commentry (*Allier*), gisement appelé la Bouiche par les anciens auteurs.

2° *Dans les contacts des roches éruptives.*

a) *Dans les contacts de granites et de syénites.*

La magnétite est fréquente dans les contacts du granite ; elle peut y avoir deux origines différentes.

Dans le cas le plus fréquent, elle résulte du métamorphisme exomorphe de sédiments normalement ferrifères. C'est le cas des minerais magnétiques exploités en *Normandie*, en *Bretagne* et dans le *Maine*. Ces gisements étant nettement stratifiés, il m'a paru préférable de les passer en revue à leur place stratigraphique (page 339).

Dans d'autres cas, la magnétite résulte d'un apport venant du magma, c'est un produit de la réaction de sédiments calcaires sur les émanations d'origine profonde.

Pyrénées. — *Ariège.* Dans le ravin de Boutadiol, au Sud du lac de Laurenti, près Quérigut, la magnétite constitue un amas à allure filonienne, au contact du granite et des calcaires dévoniens. J'ai montré (*C.R.* CXXVIII. 1467. 1899) que la formation de la magnétite est contemporaine du métamorphisme de ces derniers. En effet, les silicates (grenat, pyroxène, amphibole), qui sont mélangés à la magnétite du gîte et qui accompagnent ce minéral en nids dans le calcaire, appartiennent aux mêmes groupes d'espèces que ceux produits sous l'influence du granite loin des contacts sans être accompagnés de magnétite, mais ils en constituent des espèces plus ferrugineuses : le grenat n'est plus du grossulaire, mais du mélanite ; le pyroxène n'est pas du diopside pâle, mais une sorte d'hédenbergite, etc.

Fig. 11.
Magnétite. Rhombododécaèdre strié ; forme fréquente dans les gisements métallifères.

Quand on s'éloigne du contact, on voit sur son prolongement dans le calcaire, les minéraux métamorphiques englober encore pendant quelques mètres des nodules ou des cristaux de magnétite, puis ceux-ci disparaissent et les silicates reprennent peu à peu leur composition et leur allure normales. La formation de la magnétite est donc due à l'exagération locale de la teneur en fer des émanations ayant accompagné la mise en place du granite.

La magnétite de Boutadiol est très cristalline, riche en géodes que tapissent de gros rhombododécaèdres (1 cm.) rappelant ceux de la magnétite de Traversella et présentant la structure représentée par la figure 11.

Madagascar. — Je dois à M. Villiaume de beaux blocs de magnétite compacte en voie de transformation de martite aux affleurements, qu'il a recueillis au contact de calcaires secondaires, transformés en cornéennes à pyroxène et amphibole et de filons de syénite alcaline, près d'Ampasibitika (dans la baie d'Ampasindava).

Annam. — Il semble que ce soit une origine analogue qu'il faille attribuer au gîte de magnétite de Trong-Loc (province de Quang-Nam), dans lequel des minerais (magnétite grenue et hématite) sont accompagnés de mélanite et de pyroxénites à grenat au contact de calcaires paléozoïques et d'un granite à hornblende. Les échantillons décrits par M. Hubert (*Bull. Muséum*, 1903. 151) m'ont été envoyés par M. Dupouy.

b) *Contact des roches basiques.*

Pyrénées. — Les gisements suivants se trouvent dans des calcaires métamorphisés par la lherzolite ou les ophites.

Basses-Pyrénées. De très beaux octaèdres de magnétite, à faces brillantes, atteignant près d'un centimètre, se trouvent dans des blocs de calcaire très cristallin, englobés dans le gypse à tourmaline de Lys métamorphisé par une ophite.

J'ai trouvé des masses grenues de magnétite dans le calcaire secondaire métamorphisé par la lherzolite du Moun Caou en Louvie-Juzon.

Hautes-Pyrénées. Des octaèdres très nets de magnétite, mais ne dépassant pas 2 mm., abondent dans certains bancs des calcaires métamorphisés par l'ophite de Pouzac (sur le chemin allant de la Sablière à Bagnères-de-Bigorre).

Ariège. C'est dans les mêmes conditions que j'ai rencontré des cristaux de magnétite, à faces brillantes (a^1 et a^1 b^1), dans le gypse et l'anhydrite d'Arnave.

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai vu de jolis octaèdres de magnétite (a^1, avec ou sans b^1), associés au grenat et à l'idocrase, dans les calcaires des environs de Framont, métamorphisés par un lamprophyre.

Algérie. — La magnétite se rencontre dans les mêmes conditions que dans les Pyrénées dans les gisements ophitiques algériens ; je citerai comme exemple les calcaires jaunes d'Aïn-Nouissy (*Oran*).

3° *Dans les filons métallifères.*

La magnétite est un minéral accessoire d'un grand nombre de filons ferrifères et en particulier de ceux constitués essentiellement par de la sidérite. En voici quelques exemples.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Des octaèdres de magnétite, pouvant atteindre 4 mm., sont régulièrement distribués (fig. 12), dans la sidérite très finement grenue, exploitée autrefois dans un ravin situé entre Asté-Béon et Louvie-Soubiron.

Fig. 12.
Octaèdres de magnétite dans sidérite. Asté-Béon.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Pyrénées-Orientales. La magnétite a été trouvée en petite quantité dans les mines de fer du Canigou et notamment à Velmanya près Fillols.

Cévennes. — *Gard* et *Lozère*. Des octaèdres nets et des masses grenues de magnétite sont engagés (avec pyrite, blende, etc.) dans la sidérite lamellaire des gîtes de La Valmy (*Gard*) et de Saint-Roman-en-Moissac (*Lozère*). Les arêtes des cristaux que j'ai examinés sont généralement arrondies.

Plateau Central. — *Rhône*. La magnétite a été trouvée sous forme de bandes au mur de l'amas pyriteux, jadis exploité à Chessy ; elle existe aussi en inclusions dans la barytine lamellaire de ce même gisement ; elle la colore en gris.

Vosges. — *Alsace*. Les mines d'hématite de Framont ont fourni de jolis petits octaèdres brillants, noirs, de magnétite transformés en hématite (*martite*). La collection du Muséum possède un gros rhom-

bododécaèdre (4 cm. de diamètre) provenant de la mine de Grandfontaine ; il est constitué par de l'hématite rouge et doit vraisemblablement être considéré comme de la martite.

Alpes. — *Isère*. On a vu aux pages 605 à 607 du tome III que la magnétite constitue un minéral accessoire des filons de sidérite de l'Isère, notamment aux environs d'Allevard, au Cros et à la Sitre et dans la région d'Allemont.

Dans quelques filons métallifères spéciaux.

Je rangerai dans cette catégorie un certain nombre de gisements métallifères, essentiellement constitués par de la magnétite et qui ne rentrent pas dans les types précédents, ou tout au moins sur lesquels je ne possède pas de documents suffisamment précis pour pouvoir leur assigner une place définitive.

Pyrénées. — *Ariège*. Près du Col de Puymorens se trouvent des gîtes très importants, qui sont essentiellement constitués par de la magnétite, mélangée à de l'hématite, à de la limonite et à un peu de sidérite.

Plateau Central. — *Aveyron*. Boisse a signalé des filons de magnétite dans les schistes micacés de Morlhon et aussi aux environs de Savensa (filon de Mas del Puech).

4° Dans les fentes de roches diverses.

La magnétite se rencontre, comme l'hématite, dans les veines quartzeuses qui traversent un grand nombre de roches éruptives ou de roches schisteuses anciennes ; elle y accompagne fréquemment l'épidote.

On la trouve parfois aussi en cristaux distincts dans les druses à cristaux de quartz, d'albite, etc. si fréquentes dans le même genre de gisement. Quelques-uns des plus beaux cristaux de magnétite du Valais se trouvent dans cette catégorie de gisement, qui, en France, est peu riche.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Je dois à M. de Brun la communication d'un échantillon de quartz et de magnétite, associé à de l'épidote

dans une veine quartzeuse, traversant un tuf porphyrique devenu schisteux de Locquemo en Trédrez.

Alpes. — *Hautes-Alpes* et *Isère*. La magnétite se rencontre parfois en petits octaèdres de 1 à 2 mm. dans les fentes à cristaux de quartz et épidote de l'Oisans, ainsi que des régions voisines. Il est assez fréquent de la voir dans des géodes ne contenant avec elle que des cristaux de quartz. Je dois à M. de la Durandière un échantillon de ce genre, provenant des environs de Villard-d'Arène.

5° *Dans les schistes cristallins.*

La magnétite est fréquente dans les schistes cristallins, comme élément essentiel ou comme accident minéralogique ; elle y forme parfois des amas très importants, constituant des gîtes métallifères exploitables. Je considérerai successivement ces deux modalités de gisement.

a) *Comme élément essentiel ou comme accident minéralogique.*

Il serait oiseux de vouloir citer tous les gisements français dans lesquels la magnétite a été signalée au milieu des schistes cristallins (gneiss, micaschistes, chloritoschistes, etc.) ; je ne m'occuperai que de ceux dans lesquels ce minéral se présente avec quelque particularité intéressante. Il y a lieu de citer à cet égard d'une façon spéciale les très jolis octaèdres, que l'on rencontre, souvent uniformément distribués, dans les chloritoschistes.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Des octaèdres de quelques millimètres abondent dans les chloritoschistes précambriens de Plestin.

Morbihan. De jolis octaèdres, atteignant près d'un centimètre, sont engagés dans la chlorite écailleuse de diverses localités de l'île de Groix et notamment dans celle du ravin allant de Locmaria à la mer ; ils accompagnent des cristaux d'albite.

Loire-Inférieure. J'ai recueilli jadis dans la carrière de gneiss de la Ménageraie, près Saint-Viaud, des octaèdres de magnétite (1 cm.), qui sont remarquables par la constance et la facilité des plans de séparation parallèles à a^1 ; ils sont parfois magnétipolaires. Des cristaux semblables se trouvent avec épidote et grenat à la carrière des Pins près Frossay.

La collection du Muséum renferme un échantillon de magnétite compacte, très magnétipolaire, recueilli aux environs de Saint-Nazaire ;

il est probable que son gisement se trouve dans les micaschistes. M. Baret a cité un assez grand nombre de gisements de magnétite dans les schistes cristallins de ce département (*op. cit.* 83. 1898). Le plus intéressant se trouve dans les quartzites précambriens affleurant sur la route de Saint-Gildas-des-Bois à Missillac, depuis le Gué-aux-Biches jusqu'au Moulin de Perny ; ces roches renferment de nombreux octaèdres de magnétite.

Plateau Central. — *Corrèze.* A Saigne, sur la route de la Croix de Leyrat, à 5 kilom. de Tulle, abondent des blocs de magnétite compacte, accompagnés parfois d'octaèdres (5 à 6 mm.), que m'a communiqués M. Puyaubert. Ce minéral provient probablement de la désagrégation des amphibolites du sous-sol.

Allier. Les schistes verts, dans lesquels se trouve le filon d'érubescite de Charrier en la Prugne, renferment, au voisinage de celui-ci, de la magnétite, qui devient localement assez abondante pour former la masse presque tout entière. L'examen microscopique y décèle en outre une chlorite, du grenat.

Alpes. — *Savoie.* Des octaèdres nets de magnétite abondent dans les calcschistes des environs de Bessans (ruisseau descendant vers le Sud-Est du Glacier de Mean Martin).

Hautes-Alpes. M. Termier a rencontré des octaèdres de magnétite dans une roche de riebeckite et d'épidote, provenant du Pic Traversier dans la vallée de Saint-Véran (*B. S. M.* XXVII. 268. 1904).

Corse. — De très beaux octaèdres de magnétite se trouvent en grande quantité dans certains schistes chloriteux de l'île et notamment aux environs de Brando, d'Erbalunga.

Congo. — Des quartzites à magnétite sont très développés au Congo, notamment sur les bords de l'Ogooué, en amont de N'Djolé, d'après une communication que m'a faite M. Arsandaux.

Madagascar. — La magnétite est extrêmement abondante dans les schistes cristallins de toute l'île et particulièrement dans les gneiss et les quartzites ; elle s'y trouve en petites masses ou en cristaux octaédriques, dépassant parfois 2 cm. de plus grande dimension et présentant fréquemment les plans de séparation suivant a^1 ; les cristaux plus petits que l'on recueille dans les alluvions présentent sou-

vent la combinaison a^1 b^1. La collection du Muséum renferme en particulier de jolis cristaux isolés provenant du Mont Tsinoriha au N.E.-de-Fort-Dauphin et d'un point situé à 60 km. de la côte Est par le 14° de latitude. Elle s'y rencontre aussi parfois en masses importantes, qui sont à rapporter au type faisant l'objet du paragraphe suivant. Comme particulièrement intéressants, je citerai les quartzites à magnétite, qui, aux environs de Mevatanana, renferment quelquefois de l'or natif.

Ces cristaux ou ces débris de couches abondent dans les terres rouges de décomposition superficielle et dans le lit des rivières qui les démantellent ; c'est un des minéraux qui se trouve le plus fréquemment dans les collections rapportées de la grande île par les voyageurs. La transformation plus ou moins complète en hématite (martite) est fréquente. Cette magnétite est parfois magnétipolaire ; elle n'est généralement pas titanifère.

Elle constitue le principal minerai de fer malgache, dont il est question plus loin.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les leptynites des environs de Saint-Yrieix-la-Perche renferment des cristaux de magnétite offrant des plans de séparation suivant a^1.

Nouvelle-Calédonie. — La magnétite se rencontre assez abondamment et fort bien cristallisée dans les schistes cristallins du Nord-Ouest de l'île et d'une façon particulière dans les quartzites à glaucophane (avec fréquemment plans de séparation suivant a^1) et dans les chloritoschistes (octaèdres atteignant 1 cm.) de la vallée du Diahot. A Galarino, ce minéral est accompagné de gros prismes basés jaune d'apatite. Je l'ai vu aussi engagé dans les amphibolites et notamment dans celles à glaucophane, dans des roches essentiellement constituées par de l'hématite écailleuse, de l'almandin et un peu de quartz, enfin dans d'autres riches en chlorite et en albite.

b) *En amas.*

Plateau Central. — *Aveyron.* Des amas lenticulaires de magnétite grenue se trouvent dans le gneiss de la rive gauche de l'Aveyron à la Montagne de Combenègre, près Villefranche [Dufrénoy (*A. M.* III. 60. 1828)]. Le même minéral est aussi disséminé dans les gneiss à la façon de l'hématite dans l'itacolumite.

Maures. — *Var*. Le gisement ferrifère de Collobrières est situé à 5 ou 6 km. au Sud-Est du bourg et à 150 mètres au-dessus du fond de la vallée. Il renferme un minerai, jadis exploité, composé de magnétite, souvent mélangée de grenat almandin et de grünérite, auxquels il faut ajouter la fayalite, que j'y ai découverte il y a quelques années (*C. R.* CXXX. 1778. 1910). La roche ainsi constituée est intercalée dans les micaschistes ; elle forme une série d'assises, ayant 30 mètres d'épaisseur totale et présentant de grandes variations dans les proportions relatives de ses composants. Il n'existe pas de grandes masses de magnétite absolument dépourvues de silicates.

Cette magnétite est fréquemment magnétipolaire; elle se trouve en octaèdres distincts dans des lits pauvres en grenat et riches en grünérite.

Un autre gisement se rencontre sur le côté opposé de la vallée, au Nord-Est de Collobrières (flanc sud du Mont Sauvette). Il consiste en une sorte de micaschiste, dont le mica et le quartz seraient remplacés par de la magnétite granuleuse.

Algérie. — *Alger*. Lits de magnétite grenue dans les schistes anciens d'Aïn-Oudrer au Sud-Est d'Alger.

Constantine. D'importants gîtes de magnétite sont exploités dans la région de Bône, près du lac Fezzara, au pied de l'Edough. Ce sont ceux d'Aïn-Mokra (Mokta-el-Hadid), de Karézas et de Bou-Hamra. La magnétite grenue y forme des amas, associés aux cipolins de la partie supérieure des schistes cristallins ; ils ont été suivis sur près de 2 kilomètres, le long desquels ils présentent des renflements et des amincissements. Ils sont intercalés au contact de micaschistes très grenatifères et de cipolins, auxquels ils passent par l'intermédiaire d'une zone très riche en calcite ; on rencontre aussi la magnétite dans les cipolins eux-mêmes. A un niveau inférieur de la série cristallophyllienne se trouvent des amas moins importants du même minerai : ils sont associés à une pyroxénite constituée par de l'hédenbergite souvent accompagnée de grenat.

Le minerai de tous ces gisements est de la magnétite grenue, plus ou moins mélangée d'hématite, surtout aux affleurements, où elle est aussi en partie transformée en limonite, renfermant dans ses cavités de la ranciéite, de la psilomélane. Il existe enfin un peu de pyrite, de galène,

de chalcopyrite dans les calcaires du toit et dans les argiles du mur des amas.

Le gisement de Medja-Rassoul, situé à l'extrémité du lac Fezzara, est analogue au précédent.

La magnétite se rencontre en rognons isolés dans les cipolins du Cap de Garde, à 12 km. de Bône.

Afrique occidentale. — *Guinée.* C'est probablement des schistes cristallins que proviennent des échantillons de magnétite compacte, que possède la collection du Muséum et qui sont indiqués comme ayant été recueillis sur la terre ferme, non loin de Konakry.

Côte d'Ivoire. Des quartzites à magnétite, dans lesquels ce minéral est en voie de transformation en hématite (martite), se trouvent dans la Guinée à Konian (Cercle de Beyla) et entre Kissi et Sampouyara.

Sur la frontière de la Guinée, de la Côte d'Ivoire et de Libéria, M. Chevalier a exploré une haute falaise se dressant sur le granite gneissique ; elle est formée par les mêmes roches. Dans les échantillons recueillis à la Montagne de Nzo, que j'ai étudiés, certains lits de magnétite renferment des cristaux à clivages octaédriques distincts.

Madagascar. — Des amas ou simplement des concentrations de magnétite, parfois en partie transformée en martite, dans les schistes cristallins constituent le principal minerai de fer malgache.

Voici quelques gisements cités comme exemples : dans le secteur de Manjakandriana : Mantasoa, Ambatolampy, Marorangotra ; dans le secteur d'Imerinarivo : Mahatsara et les districts d'Imerinarivo, Ambohitrandriamanitra, Ambohinaorina, Amboronosy ; dans le secteur d'Andramasina : Ambohimanoa, Manarintsoa, Tsiazompaniry ; dans le cercle d'Ankazobe, Moratelo. Des exploitations ont existé dans le Betsileo au Nord-Est d'Ambohimaha.

Dans l'extrême-Sud, la magnétite abonde dans la région de Fort-Dauphin.

6° *Dans les roches sédimentaires.*

La magnétite se rencontre dans un certain nombre de gisements sédimentaires. Elle n'y existe en quantité notable que dans les terrains paléozoïques : partout ailleurs, elle ne constitue généralement qu'un

accident minéralogique. Elle ne s'est pas déposée sous cette forme, elle constitue d'ordinaire un minéral métamorphique, résultant de la transformation d'autres minerais de fer (sidérite, hématite, limonite). Dans les gisements paléozoïques, la transformation s'est souvent effectuée sous l'influence de roches éruptives et particulièrement sous celle du granite. Ces gisements pourraient donc être traités page 331.

a) *Comme accident minéralogique.*

Ardenne. — *Ardennes.* Les schistes ardoisiers cambriens sont localement riches en magnétite octaédrique ; à signaler en particulier les gisements de Monthermé, Deville, Rimogne, Renwez et d'autres situés au delà de la frontière, en *Belgique.* Ces cristaux sont parfois transformés en hématite (martite).

b) *En couches et en amas.*

a) *Dans les formations paléozoïques.*

Normandie[1]. — *Manche.* Les gîtes anciennement exploités de Diélette sont constitués par un minerai schisteux, mélange d'hématite et de magnétite, associé à des roches grenatifères au contact du dévonien et du granite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord. Morbihan.* Des gisements de magnétite se rencontrent à Sainte-Brigitte aux Salles de Rohan (*Morbihan*) dans le silurien et à la minière du Bas-Vallon [forêt de Lorges près de Quintin (*Côtes-du-Nord*)] dans le dévonien métamorphisé par le granite ; c'est dans ces gisements que se trouve la *bavalite*, décrite page 399, tome I (voir fig. 1, p. 400, la disposition de la magnétite, qui indique l'existence d'anciennes oolites).

Maine et Anjou[1]. — *Sarthe.* Des gisements analogues se rencontrent à Fresnay-le-Vicomtat, etc

Maine-et-Loire. D'importants gisements de magnétite ont été exploités dans les grès à bilobites qui, entre Château-Gontier et Angers, forment une série de bandes parallèles, intercalées dans les schistes plus ou moins ardoisiers. Les gisements les plus importants sont ceux de Charmant en l'Hotellerie près Segré, de Noyant, de La

1. Au moment du tirage de cette feuille, parait un mémoire de M. Cayeux sur les *Minerais de fer primaires* (*Étude gîtes minér. France.* Paris, 1909), dans lequel il démontre que ceux-ci ont tous été oolithiques à l'origine.

Gravoyère, de Vaududon, du Minguet. La magnétite y domine en profondeur, mais, au voisinage de la surface, elle se transforme en hématite, puis en limonite. Ces diverses étapes de transformation s'observent parfois périphériquement autour de blocs englobés dans les argiles ferrugineuses des affleurements.

J'ai pu étudier ces minerais grâce à l'obligeance de M. Davy, qui a décrit leur gisement (*Bull. Soc. industr. minér. de Saint-Étienne*, IX. 1880). La magnétite y constitue parfois des masses fort pures, à grains extrêmement fins, parfois friables ; on la trouve aussi dans des minerais oolitiques riches en bavalite.

Plateau Central. — *Rhône.* Une tentative d'exploitation a été faite à Lantignié sur un gîte de magnétite, qui paraît s'être produit sous l'influence du granite au contact des cornéennes. Ce gisement est surtout intéressant à cause de l'abondance du mélanite, qui est l'une des gangues de la magnétite.

Saône-et-Loire. C'est probablement à un gisement du même genre qu'il faut rapporter celui des Epériaux près de la grande Verrière : la magnétite s'y trouve au contact d'une diorite (endomorphe) et de cornéennes et de poudingues amphiboliques, considérés par M. Albert Michel-Lévy comme dévoniens, ainsi que le gisement précédent.

b) *Dans les formations secondaires.*

Plateau Central. — *Aveyron.* La magnétite accompagne l'hématite et la limonite dans le calcaire liasique de Vieuzac et en épigénise les fossiles.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle* et [*Lorraine*]. La magnétite en petits grains ou en octaèdres distincts se rencontre dans les minerais de fer oolithiques liasiques ; c'est elle qui donne à ces minerais le pouvoir magnétique qu'ils possèdent quelquefois ; elle s'observe particulièrement dans les minerais verdâtres, constitués par de la berthiérine (voir tome I, p. 401).

Jacquot a signalé (*Descr. géol. et minér. Moselle.* 1868. 415) de beaux cristaux de magnétite dans le calcaire à polypiers de Vaux et aussi à Jussy [*Lorraine*].

c) *Dans les formations tertiaires.*

Les minerais de fer en grains du sidérolitique et notamment ceux du *Berri* et de la *Franche-Comté*, sont parfois en partie constitués par de la magnétite (voir tome III, page 390).

La collection du Muséum renferme un échantillon de ce genre provenant du bois de la Pannetière près le Mans (*Sarthe*).

d) *Dans les alluvions anciennes ou modernes.*

L'extrême diffusion de la magnétite dans les roches les plus diverses, la densité assez grande, la dureté notable et la résistance relative de ce minéral aux agents atmosphériques expliquent qu'il se rencontre en quantité plus ou moins grande dans tous les sables, dans toutes les alluvions, formés par la désagrégation de toutes les roches précitées. En même temps, sa fragilité fait comprendre pourquoi on le trouve surtout dans les produits les plus fins de ces sédiments.

L'abondance de la magnétite, de même que la nature des minéraux qu'elle accompagne, est naturellement fonction de la constitution pétrographique des régions traversées par les rivières, ou des côtes où on l'observe. Quand il s'agit des côtes, il y a lieu en outre de tenir compte des courants, qui peuvent l'amener de loin [1].

On comprend dès lors pourquoi la magnétite alluvionnaire est surtout abondante dans les régions constituées par des roches basiques et dans les régions volcaniques, telles que le *Plateau Central*[2], la *Martinique*, la *Guadeloupe*, le *Massif central de Madagascar*, *la Réunion*, *Tahiti*, etc. Certains sables peuvent même être tellement riches en magnétite et en ilménite, qu'ils constituent un véritable minerai de fer.

Dans les sables à éléments très roulés, la magnétite est généralement dépourvue de formes géométriques, mais quand leurs éléments n'ont pas été trop charriés et surtout quand ils sont un peu gros, on rencontre presque toujours des octaèdres plus ou moins nets.

Dans ces gisements alluvionnaires, grâce à une préparation mécanique naturelle, la magnétite se concentre en certains points d'une

1. Tel est le cas par exemple pour la magnétite si abondante dans l'*alios* des Landes.

2. A ces alluvions, il faut ajouter les conglomérats boueux, notamment ceux des pentes du massif du Mont-Dore [en particulier ceux de Perrier près Issoire (*Puy-de-Dôme*)].

façon plus ou moins complète et tous ceux[1] qui ont parcouru une plage sableuse renfermant ce minéral ont pu voir se faire sous leurs yeux des concentrations de ce genre. C'est grâce à un mécanisme analogue, mais produit par la main de l'homme, que la magnétite et l'ilménite constituent le minéral le plus abondant des fonds de batée des lavages aurifères.

Dans les régions à roches basiques, on constate d'une façon constante que la magnétite est plus ou moins titanifère, alors que dans les régions de granite ou de gneiss acides, il est fréquent de ne pas trouver trace de titane dans la magnétite, ainsi séparée de l'ilménite ; c'est ce que j'ai constaté récemment dans des sables provenant des lavages aurifères du Mananjary à Madagascar.

7° *Dans les produits d'usine ou d'incendie.*

Boussingault a décrit (*C.R.* LXXXIII. 1007. 1876) de beaux octaèdres réguliers en trémies de magnétite, formés avec hématite dans un four des forges de Ria (*Pyrénées-Orientales*), où l'on grillait de la sidérite.

La magnétite se forme, on le sait, aux dépens du fer chauffé au contact de l'air[2] dans un milieu peu oxydant. Les objets ainsi transformés dans les incendies peuvent conserver leur forme ; souvent ils se boursouflent ou fondent en masses caverneuses, dans lesquelles se produisent des octaèdres nets de magnétite. J'en ai rencontré de ce genre dans des produits de l'incendie du château de Saint-Cloud (*Seine*) et dans ceux de Saint-Pierre (*Martinique*).

Dans ce dernier incendie, il s'est produit des modifications minéralogiques nombreuses (voir à *gahnite*), que j'ai étudiées (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904). Dans les ruines de la maison d'un marchand de fer, transformée en une masse continue par la fusion des murs (andésite) avec de nombreux objets métalliques, j'y ai trouvé des masses de magnétite, ayant la grosseur des deux poings, dont la cas-

1. Pendant mon séjour à la *Martinique*, j'ai souvent suivi avec intérêt sur les plages plates, notamment au Carbet et sur la côte Nord, entre Basse-Pointe et Grand-Rivière, les séparations de ce genre, accumulant dans des rides concentriques la magnétite et l'ilménite d'une part, l'hypersthène, avec un peu d'augite, d'une autre.

2. C'est en vertu de cette propriété que la magnétite se trouve dans la croûte fondue très mince de toutes les *météorites pierreuses* renfermant du fer métallique.

sure, finement grenue, rappelle celle de la magnétite de beaucoup de gisements naturels.

Dans les scories de ces incendies, comme dans tous les laitiers et scories d'usines, l'examen microscopique montre des cristaux et surtout des cristallites de magnétite des plus intéressants pour l'étude de la genèse de ce minéral dans les magmas fondus.

FRANKLINITE

$(Zn,Mn)Fe^2O^4$

Cubique.

Formes observées. a^1 (111).

Clivages. Parfois plans de séparation suivant a^1. Cassure conchoïde à inégale.

Dureté. 5,5 à 6,5. Fragile.

Densité. 5,07 à 5,22.

Coloration et éclat. Noire de fer. Poussière brun rouge à noir. Éclat métallique.

Propriétés optiques. Opaque.

Propriétés magnétiques. Faiblement magnétique.

Composition chimique. La formule $(Zn,Mn)Fe^2O^4$ correspond à la composition ci-contre, dans le cas où Zn : Mn = 2 : 1, mais dans la nature, ce rapport est variable ; une partie du Fe^2O^3 peut en outre être remplacée par Mn^2O^3.

Fe^2O^3	67,1
ZnO	22,9
MnO	10,0
	100,0

Propriétés pyrognostiques. Infusible ; avec le borax, donne au feu oxydant la perle violette du manganèse et au feu réducteur la couleur vert bouteille du fer.

Chauffée avec la soude, colore celle-ci en vert (manganèse) et donne un enduit d'oxyde de zinc, plus distinct, quand on a ajouté du borax.

Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Se distingue de la magnétite par son magnétisme moins fort, par les réactions du manganèse et du zinc, accompagnant celles du fer.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La franklinite est connue dans un très petit nombre de gisements métallifères, qui ne sont pas réalisés en France; je l'ai observée seulement dans les conditions suivantes :

Antilles. — *Martinique.* Dans celles des scories de l'incendie de Saint-Pierre, qui sont riches en fragments de zinc, j'ai rencontré, en l'absence de la gahnite, des octaèdres opaques, d'une magnétite zincifère, qui peut être considérée comme une franklinite, dépourvue de manganèse. C'est probablement au même minéral qu'il faut rapporter une partie des octaèdres opaques accompagnant la gahnite.

CYMOPHANE

(*CHRYSOBÉRYL*)

$Gl\,Al^2\,O^4$

Orthorhombique : $mm = 119°46'$ (Dx) [1].

$b : h = 1000 : 406{,}611$ $D = 865{,}005$ $d = 501{,}762$.

$[a : b : c = 0{,}58007 : 1 : 0{,}47007]$

Macles. Macle de contact ou de pénétration suivant g^2 (130), souvent répétée, donnant un assemblage à symétrie pseudohexagonale, avec ou sans angles rentrants.

Faciès. Les cristaux sont d'ordinaire plus ou moins aplatis suivant p (001); les faces p sont striées parallèlement à l'arête pg^1; les macles deviennent très distinctes grâce à l'entrecroisement de ces stries suivant des angles presque rigoureusement à 60° et 120°.

1. Beaucoup d'auteurs, et en particulier M. Dana, ont adopté une forme différente; celle employée ici a été préférée par analogie avec celle des péridots, comme mettant mieux en évidence la forme limite du minéral.

	Lx.		Lx.
m (110)	$= e^1$ (011)	p (001)	$= h^1$ (001)
h^1 (100)	$= p$ (001)	$b^{1/2}$ (111)	$= b^{1/2}$ (111)
g^1 (010)	$= g^1$ (010)	$e^{1/3}$ (031)	$= g^2$ (130)

Clivages. Clivages assez faciles suivant m (110), peu nets suivant g^1 (010) et p (001). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 8, 5. Fragile.

Densité. 3,5 à 3,84.

Coloration et éclat. Jaune d'or et diversement teintée de jaune et de vert. La variété *alexandrite* est d'un vert olive, avec des reflets rouges; elle apparaît rouge quand on l'examine à la lumière artificielle.

Éclat vitreux, très vif, un peu gras. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) et bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) normale à h^1 (100).

Fig 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

L'écartement des axes est très variable suivant les plages d'un même cristal. Des Cloizeaux a trouvé certaines plages troubles des cristaux du Brésil uniaxes pour les rayons rouges, alors que pour les rayons bleus, les axes sont peu écartés dans un plan parallèle à p. D'autres plages ont leurs axes dans cette direction pour toutes les couleurs du spectre. Une élévation de température rapproche les axes parallèles à p et écarte ceux qui sont parallèles à g^1. Cette transformation est réversible, mais devient permanente, si la température a été poussée plus haut.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}7565 \text{ (Dx.) (Na)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}7484$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}7470$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0095$$
$$\text{d'où } 2\,V = 45°20' \quad 2\,E = 84°43'$$

Pléochroïsme. Pléochroïque en lames très épaisses, dans la variété alexandrite.

$\mathbf{n}_g$ = vert émeraude
$\mathbf{n}_m$ = jaune orangé
$\mathbf{n}_p$ = rouge.

Composition chimique. La formule $GlAl^2O^4$ répond à celle des spinelles : elle correspond à la composition suivante :

Al^2O^3	80,2
GlO	19,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme le spinelle. Les réactions de la glucine (précipitation de cristaux monocliniques maclés d'oxalate double de glucinium et de potassium par addition d'oxalate de potassium dans une solution sulfurique) peuvent être obtenues après attaque du minéral par fusion avec du sulfate de calcium.

Diagnostic. La dureté, la densité, jointes aux propriétés optiques, permettent de distinguer facilement la cymophane des autres minéraux d'aspect similaire.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cymophane est un minéral des pegmatites et des schistes cristallins. Elle se trouve en cristaux isolés dans les alluvions gemmifères provenant de la destruction des gisements précédents ; elle y subsiste grâce à sa grande dureté et à son inaltérabilité, jointes à sa densité élevée.

Madagascar. — J'ai trouvé la cymophane parmi les pierres lourdes des alluvions aurifères de Belambo près Mévatanana. Elle y constitue des grains roulés, ayant en moyenne 4 millimètres de diamètre. Ils sont d'un beau jaune d'or, transparents et peuvent être employés comme pierres précieuses. J'en ai fait tailler de fort jolies petites pierres, pesant 1/2 carat.

Ce minéral est accompagné de corindon, de spinelle vert clair, de tourmaline, de grenats, etc. ; il ressemble beaucoup à la cymophane de Miñas-Geraes, bien que d'une couleur plus foncée ; son origine doit être certainement recherchée dans les roches granitiques du Massif central.

La cymophane se trouve sous la même forme dans les alluvions d'Ifempina, près d'Ambositra, avec corindon, topaze, almandin, spessartine orangée, béryl, zircon, etc.

Gisement incertain.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* D'après Bouillet (*Topog. Minér.* 116), Mossier aurait trouvé la cymophane dans un granite à grains fins des environs de Clermont, entre Chanat et Ternant. Cette observation n'a jamais été confirmée et je n'ai pu trouver trace de ce minéral dans aucune collection locale.

BORATES

HAMBERGITE

$Gl^2(OH)BO^3$

Orthorhombique : $mm = 102°46'$.

$b : h : 1000 : 567,85$ D = 781,33   d = 624,11.

[$a : b : c = 0,79877 : 1 : 0,72676$ (Brögger)].

Formes observées. p (001); m (110), h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210); $x = (b^{1/3} b^{1/9} g^{1/2})$ (362).

Les angles suivants ont été mesurés sur un cristal de Madagascar.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$*mm$ s. g^1	77°14	77° env.	$*pe^1$	143°59'30"	
mg^1	128°24'	128° —	e^1e^1	107°59'	
mh^1	141°13'	141° —	h^3x	138°53'	138°20'
mh^3	163° 9'	163° —	xx	120° 6'	121° 0'
h^3g^1	111°46'	112°28'			
h^1h^3	158°14'	158°22			
h^1g^1	90°	90° —			

Faciès des cristaux. Les cristaux, toujours de grande taille, sont allongés suivant l'axe vertical. Les faces h^1 sont très cannelées verticalement (figures de corrosion superposées).

Figures de corrosion. Les figures de corrosion sont très nombreuses. Sur h^1, elles sont allongées suivant l'axe vertical; sur g^1 parallèlement à a et enfin sur p, suivant l'axe b.

Clivages. Clivages, extrêmement facile suivant g^1 (010) et très facile suivant h^1 (100), donnant tous deux des lames remarquablement planes et brillantes, qui rappellent à ce point de vue les clivages basiques de la topaze blanche. Cassure conchoïdale.

Dureté. 7, 5.

Densité. 2,36 (Madagascar).

Coloration et éclat. Incolore ou blanche, parfaitement transparente ou seulement translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à p (001).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}6272 \text{ (Na) Madagascar.}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}5864$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}5530$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0742, \text{ d'où } 2V = 86°22'$$

Composition chimique. La formule $Gl^2(OH)BO^3$ ou $4\,GlO.B^2O^3 + H^2O$, correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la hambergite de Madagascar par M. Pisani (*in* A. Lacroix, *op. cit.*).

	a	*b*
B^2O^3	37,1	35,10
GlO	53,3	54,80
Na^2O	»	tr
K^2O	»	tr
H^2O	9,6	10,95
	100,0	100,85

Essais pyrognostiques. La hambergite n'est modifiée par la chaleur qu'à haute température ; elle perd alors de l'eau, devient blanche et fragile, mais ne fond pas au chalumeau.

Insoluble dans les acides, sauf dans l'acide fluorhydrique à chaud. Le produit de l'attaque, évaporé à sec et additionné d'alcool, colore la flamme de celui-ci en vert. Réactions de la glucine.

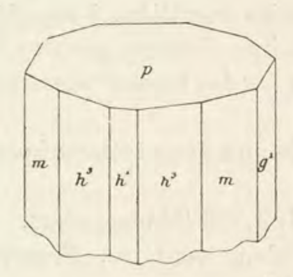
Diagnostic. L'inégale facilité des clivages prismatiques et leur rectangularité, jointes à leurs propriétés optiques et notamment à leur haute biréfringence, enfin la faible densité permettent aisément de distinguer la hambergite du triphane incolore, qui, à Madagascar, se rouve dans les mêmes gisements. Les réactions chimiques complètent le diagnostic.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La hambergite n'était connue que par un seul échantillon trouvé par M. Brögger dans une pegmatite de syénite alcaline du Langesundfjord ; je l'ai rencontrée récemment (*B.S.M.* XXXII.

320. 1909 et XXXIII. 49. 1910) parmi des minéraux, provenant d'un gisement riche en tourmaline lithique, Anjanabonoana, au sud-ouest Betafo, que je dois à M. Buhan, puis dans le gisement de Maharitra, (massif du Mont Bity).

Les échantillons d'Anjanabonoana sont des fragments de cristaux, parfaitement limpides, trouvés sur le sol dans une terre rouge, avec quartz, rubellite, triphane, ils ne sont adhérents à aucune gangue et ne renferment en inclusions aucun autre minéral, mais proviennent



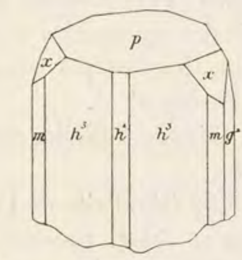


Fig. 1 et 2.
Hambergite de Maharitra.

certainement de pegmatites ; à Maharitra, ils ont été recueillis dans la pegmatite même avec triphane, rubellite, béryl, etc.

Le plus gros cristal d'Anjanabonoana, que j'ai examiné, mesure 8 cm. 5 suivant l'axe vertical, 4 cm. suivant b et 3 cm. 5 suivant a ; il ne représente cependant que la moitié au plus d'un cristal divisé par un clivage g^1 ; il en existe de plus gros. Il possède les faces g^1, h^1, m, h^3. Le plus souvent, la hambergite est trouvée sous la forme de solides rectangulaires, limités par les clivages h^1 et g^1 et, à leurs deux extrémités, par des cassures conchoïdes ou par une surface courbe voisine de p. J'ai vu un fragment de cristal terminé par une face p terne.

Les cristaux de Maharitra (fig. 1 et 2) ne dépassent pas 4 cm. suivant l'axe vertical ; les faces h^3 (210) sont souvent prédominantes dans la zone verticale. Sur un échantillon, j'ai observé la pyramide x (362), dont je ne donne le symbole que sous réserve, étant donnée l'imperfection des mesures prises sur ce cristal peu réfléchissant.

RHODIZITE

$B^{12} Al^{6} Gl^{4} (Li, K, Na, H)^{8} O^{35}$

Cubique, tétraédrique.

Formes observées. p (100) ; b^1 (110) ; + 1/2 a^1 [π (111)], — 1/2 a^1 [π (1$\bar{1}$1)].

Faciès. La rhodizite se présente toujours en cristaux distincts, dans lesquels dominent soit + 1/2 a^1 [π (111)] (fig. 1 et 2), soit b^1 fig. 3).

Le tétraèdre (111) possède des stries parallèles à ses côtés et supporte parfois des pyramides triangulaires, formées par des lamelles a^1 décroissantes, limitées par des plans b^1 ; les faces b^1 sont striées parallèlement à l'arête a^1 b^1.

Clivages. Clivage difficile, parallèle aux faces tétraédriques.

Dureté. 8.

Densité. 3,38 (rhodizite de l'Oural) 3,305 (Madagascar).

Coloration et éclat. Incolore ou blanc verdâtre. Transparente ou translucide. Poussière blanche.

Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. Les phénomènes biréfringents sont du type de ceux de la boracite, mais peu distincts dans la rhodizite de Madagascar : ils ne disparaissent pas à une haute température comme dans la boracite.

$$\mathbf{n} = 1{,}69 \text{ (Na)}$$

Pyroélectricité. Pyroélectrique.

Composition chimique. La formule $B^{12}Al^{6}Gl^{4}(Li, K, Na, H)^{8}O^{35}$ ou 6 B^2O^3, 3 Al^2O^3, 4 GlO, 4 $(Li, K, Na, H)^2O$ est celle qui se rapporte à l'analyse *a*) de la rhodizite d'Antandrokomby par M. Pisani (*in* A. Lacroix, *op. cit.*); *b*) est la même analyse, calculée après déduction d'une petite quantité de triphane, mise en évidence par l'examen microscopique et auquel est attribuable la silice de l'analyse *a*).

	a	*b*
B^2O^3	40,60	41,69
Al^2O^3	30,50	30,70
GlO	10,10	10,36
Li^2O	7,30	7,36
$K^2O(+Cs^2O)$	5,90	6,05
Na^2O	3,30	3,38
SiO^2	1,36	»
Perte au feu	0,45	0,46
	99,51	100,00

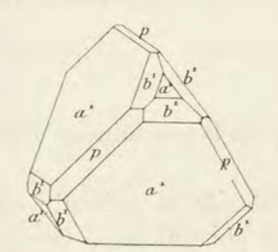
Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond difficilement en un verre blanc. Colore la flamme d'abord en vert, puis en rouge. Insoluble dans tous les acides.

Diagnostic. La forme tétraédrique, la grande dureté, la résistance aux acides et les réactions pyrognostiques sont caractéristiques de la rhodizite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La rhodizite n'était jusqu'ici connue que comme extrême rareté en petits cristaux implantés sur la rubellite de l'Oural. Je l'ai signalée (*C. R.* CXLIX, 896, 1909 et *B. S. M.* XXXIII. 40. 1910.) à Madagascar, d'après un petit cristal de la région du Mont Bity (sans indication plus précise), qui m'avait été donné comme constituant peut-être du diamant et d'après des cristaux plus gros, que je dois à M. Dabren, qui les a recueillis dans le filon d'Antandrokomby.

Ces derniers ont 1 cm. 5 de diamètre ; leur forme est reproduite par les figures 1 à 3 ; les faces du tétraèdre dominant présentent les particularités de structure, décrites plus haut. Le faciès trapézoédrique



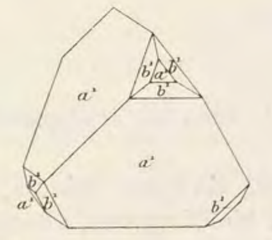


Fig. 1 et 2.
Rhodizite d'Antandrokomby.
(*Faciès tétraédrique*).

Fig. 3.
Rhodizite d'Antandrokomby
(*Faciès rhombododécaédrique*).

(fig. 1 et 2) est le plus fréquent ; le premier cristal que j'ai examiné est aplati suivant a^1.

A Antandrokomby, la rhodizite est incluse dans le triphane pierreux, qui, sur le bord du filon, constitue, avec le quartz, l'élément prédominant de la pegmatite. Celle-ci renferme, en outre, de la tourmaline rose et verte et de petits octaèdres de microlite.

L'analyse donnée plus haut diffère de celle de la rhodizite de l'Oural publiée par Damour (*B. S. M.* V. 97. 1882), mais cette dernière a été

faite sur 0 gr. 132 de matière, et il est fort probable qu'elle demande révision. Il est à remarquer en particulier que l'alumine y est sensiblement égale à la somme ($Al^2O^3 + GlO$) du minéral de Madagascar. Celui-ci paraît donc être une variété lithique de rhodizite, à moins qu'il ne constitue une espèce distincte qui, dans ce cas, serait extrêmement voisine de la rhodizite.

ULEXITE

(*BORONATROCALÇITE*)

$NaCaB^5O^9 + 8\,H^2O$

Monoclinique ?

Formes et faciès. L'ulexite forme des agrégats, souvent globuleux, de fines aiguilles entremêlées, qui présentent parfois l'aspect et la texture de balles de coton.

Dureté. 1.

Densité. 1,65.

Coloration et éclat. Blanche, transparente en lames minces. Éclat soyeux.

Propriétés optiques. En lames minces, l'ulexite se présente sous forme d'aiguilles peu biréfringentes, allongées suivant $\mathbf{n}_m$, car leur allongement est de signe variable : l'obliquité maximum de l'extinction est faible.

Saveur. Insipide.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule Na Ca $B^5O^9 + 8\,H^2O$ ou Na^2O, 2CaO, $5B^2O^3 + 16H^2O$ est la suivante :

B^2O^3	43,0
CaO	13,8
Na^2O	7,7
H^2O	35,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne beaucoup d'eau. Fond facilement en un verre incolore et se gonfle ; le minéral colore tout d'abord la flamme en jaune intense, mais, après avoir été humecté avec de l'acide chlorhydrique, il donne une flamme d'une coloration fugitive vert foncé (bore).

Un peu soluble dans l'eau chaude ; l'ulexite est facilement soluble dans les acides.

Diagnostic. Les réactions du bore permettent de distinguer l'ulexite des minéraux blancs fibreux ayant des caractères extérieurs analogues, à l'exception cependant de la howlite, qui donne en outre les réactions de la silice et ne contient pas de sodium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le principal gisement de l'ulexite se trouve dans d'anciens lacs, aujourd'hui desséchés, de certaines régions désertiques (Chili, Névada, Californie, etc.) et y constitue parfois un véritable minerai d'acide borique, mais on la trouve aussi comme simple accident minéralogique, au milieu du gypse de la Nouvelle-Écosse ; c'est un gisement du même genre que j'ai à décrire ici.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. Gaillardot a signalé (*Précis trav. Soc. roy. sc. lettr. Nancy de 1824-1827-1829*, p. 50) l'existence, dans le gypse compact de Lunéville, de rognons parfois sphériques et pouvant atteindre 2 cm. d'une substance blanche fibreuse, qu'il attribuait à la boracite. Des Cloizeaux y a constaté (*op. cit.* II. 12. 1874) l'absence du magnésium et l'existence du calcium : il l'a rapportée à l'hayésine. On sait que ce nom a été donné en 1850 par Dana (*Miner.* 217) à un minéral décrit par Hayes, comme un borate de calcium hydraté, mais des analyses faites plus récemment mettent en doute l'existence de cette espèce ; ils renferment tous, en effet, du sodium et sont par suite à rapporter à l'ulexite.

La collection du Muséum possède trois échantillons de cette substance ; ils sont indiqués comme provenant l'un, des environs de Lunéville sans plus de précision, les autres, de Foulcrey et de Bathelément-lès-Bauzemont près Arracourt ; ils sont identiques, leur gangue est constituée par un gypse compact jaune, porphyroïde.

La quantité de matière que j'ai à ma disposition est insuffisante pour permettre une analyse complète, mais j'ai pu constater qualita-

tivement l'existence de tous les éléments caractéristiques du minéral et en outre faire doser la perte au feu, qui est de 34,5 %. Ces constatations, jointes à celle des propriétés physiques, ne laissent donc aucun doute sur l'assimilation de ce minéral à l'ulexite.

D'après les renseignements que m'ont fournis les géologues qui ont étudié récemment cette région, il semble que ce minéral ne se rencontre plus dans les carrières actuellement exploitées.

ANTIMONITES

NADORITE

PbO.SbOCl

Orthorhombique $mm = 106°29'$

$b : h = 1000 : 822,83$ D $= 801,18$ d $= 598,43$

$[a : b : c = 0,74694 : 1 : 1,0270$ (Dx.[1])]

Formes observées. p (001) ; g^1 (010), h^1 (100), g^2 (130), g^5 (230), h^7 (430) ; a^3 (103), a^1 (101), $a^{3/5}$ (503), $a^{8/15}$ (15.0.8), $a^{1/2}$ (201), $a^{3/7}$ (703), $a^{3/11}$ (11.0.3) ; $b^{1/2}$ (111) ; $x = (b^{1/10}\ b^{1/27}\ h^{1/6})$ (37.17.12) ; y $(b^{1/6}\ b^{1/11}\ h^{1/2})$ (17.5.4).

Macles. Macle suivant e^1 (011), dans laquelle les composants sont croisés presque à angle droit, car $e^1e^1 = 88°28'$ (fig. 7). Elle se produit sans angles rentrants, quand les cristaux appartiennent au type II (fig. 2).

Les angles suivants ont été mesurés par Des Cloizeaux et par M. Cesàro (C.).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1 g^2$	155°57′	156°27′ moy.
$g^2 h^1$	114° 3′	
*$g^1 g^5$	138°15′	138°15′
$h^1 g^5$	131°45′	132° 0′
$g^1 h^7$	119°15′30″	118°52′ à 119°15′
$h^1 h^7$	150°44′30″	150°30′
$h^7 h^7$ s. g^1	58°31′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^3 a^3$ s. p.	130°46′	130°28′
$h^1 a^3$	114°37′	114°28′
$a^1 a^1$ s. p.	72° 3′30″	72° 4′ (C)
$h^1 a^1$	143°58′	144° à 144°30′
$a^{3/5} a^{3/5}$ s. h^1	132°51′	
$a^{3/5} h^7$	143° 6′	144° env.
$h^1 a^{3/11}$	168°47′	168°40′

1. Ces paramètres ont été calculés en partant des angles de Des Cloizeaux, mais en adoptant la forme primitive proposée par M. Cesàro. Voici la correspondance des deux positions :

	Dx		Dx		Dx		Dx
p (001)	$= g^1$	a^3 (103)	$= g^{3/2}$	h^7 (430)	$= a^{1/2}$	$a^{3/7}$ (703)	$= h^6$
h^1 (100)	$= h^1$	a^1 (101)	$= g^4$	$b^{1/2}$ (111)	$= e_4$	$a^{3/11}$ (11.0.3)	$= h^{8/3}$
g^1 (010)	$= p$	$a^{3/5}$ (503)	$= m$	$x =$ (37.17.12)	$= (b^{1/3}\ b^{1/10}\ h^{1/2})$ env.		
g^2 (130)	$= a^2$	$a^{8/15}$ (15.0.8)	$= h^{17}$	$y =$ (17.5.4)	$= (b^{1/6}\ b^{1/13}\ h^{1/2})$ env.		
g^5 (230)	$= a^1$	$a^{1/2}$ (201)	$= h^{11}$				

*$a^{3/5}a^{3/5}$ s. p.	47° 9′	47° 9′	$h^1 y$	164°26′	164° 3′ moy.
$h^1 a^{3/5}$	156°25′30″	156°27′	yy adj.	31° 7′	33° moy.
$a^{8/15}a^{8/15}$ s. p.	42°24′	42°15′	$h^1 y$ s. y	15°34′	15°37′
$h^1 a^{8/15}$ s. p.	158°48′	158°51′	$h^1 b^{1/2}$	133°48′30″	133°47′ (C)
$a^{1/2}a^{1/2}$ s. p.	39°56′		$b^{1/2}b^{1/2}$	92°23′	
$h^1 a^{1/2}$	160° 1′		$g^1 b^{1/2}$	121° 8′	
$a^{3/7}a^{3/7}$ s. p.	34°38′		$b^{1/2}b^{1/2}$ s. a^1	117°44′	
$h^1 a^{3/7}$	162°41′	162°46′	$b^{1/2}b^{1/2}$ s. p	60°27′30″	60°21′ (C)
$a^{3/11}a^{3/11}$ s. p.	22°26′		xx	45°13′	45°20′
$a^{3/7}a^{3/5}$	173°44′	175° env.	$a^{3/5} x$	158°56′	158°20′ à 159°
$a^{3/5}a^3$	138°11′30″	138°22′	$a^{3/5} y$	161°36′	161° env.
$a^{3/5}a^1$	167°32′30″	167°30′	$a^{3/5} g^5$	127°37′	127°35′
$a^{3/11}a^{8/15}$	170°1′	170° 0′	$g^1 y$	102°13′	
$e^1 e^1$ s. p.	88°28′		$g^1 x$	108°28′	108°25′45″

Facies des cristaux. Plusieurs types se rencontrent dans les cristaux de nadorite.

Type I. Ce type possède un aspect quadratique, par suite de l'égal développement de h^1 et de g^1 ; les cristaux, terminés par $b^{1/2}$ (111), sont toujours très nettement allongés suivant l'axe vertical (fig. 6). parfois ils sont un peu aplatis suivant h^1.

Type II. Les cristaux sont essentiellement constitués par $a^{3/5}$ ou d'autres dômes avec (fig. 4) ou sans g^1 (fig. 5).

Type III. C'est de beaucoup le type le plus fréquent. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) ou présentent des dômes et des prismes très obtus sur h^1 (fig. 1). Le plus souvent, les formes sont courbes, et les cristaux consistent en lames minces, groupées en éventails ou en gerbes (fig. 3).

Les faces g^1 et g^5 (230) sont unies ; a^3 (103) est souvent striée parallèlement à l'axe b, mais parfois unie et éclatante, tandis que les autres faces sont fréquemment arrondies et plus ou moins ternes.

Clivages. Clivages, parfaits suivant h^1 (100) ; difficiles suivant a^3 (103).

Dureté. 3, 5 à 4.

Densité. 7,02.

Coloration et éclat. Jaune brunâtre, brun de foie, plus ou moins foncé. Poussière jaune.

Eclat résineux passant à l'adamantin. Translucide.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à g^1 (010). A travers le clivage h^1 (100), perpendiculaire à la bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_p$), Des Cloizeaux a constaté que $2H > 145°$, avec énorme dispersion, $\rho > v$.

Pléochroïsme. Les cristaux de nadorite n'ont jamais une couleur identique dans toute leur masse ; non seulement l'intensité de leur couleur varie, mais ils sont zonés à la façon de ceux de cassitérite ; le pléochroïsme se fait dans les teintes suivantes :

n_g = incolore ou jaune brunâtre
n = jaune très pâle, parfois un peu rosé
n_p = jaune verdâtre.

Composition chimique. La formule $PbCl,SbO^2$ ou $PbSb^2O^4,PbCl^2$, généralement adoptée, correspond à la composition *a* : il semble préférable d'adopter celle donnée plus haut, M. Cesàro ayant reproduit ce minéral en faisant réagir SbOCl sur PbO (*Ann. Soc. géol. Belg.* XVI. 1889. *Mém.* p. 139).

Analyse de la nadorite du Djebel Nador :

b) par M. Pisani (*C. R.* LXI. 319. 1870).

c) par Flajolot (*op. cit.*).

d) par Tobler (*Z. d. d. geol. Gesell.* XXIV. 40. 1870).

	a (1)	*b*	*c*	*d*
Sb	30,5	31,17	31,55	31,21
Pb	52,4	51,88	51,60	50,69
O	8,1	8,22	8,00	8,56
Cl	9,0	9,00	8,85	8,15
	100,0	100,27	100,00	99,28[2]

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite et donne un sublimé blanc. Au chalumeau sur le charbon, donne un globule de plomb entouré d'une auréole blanche (antimoine). Ajoutée à une perle de phosphore contenant du cuivre, colore la flamme en bleu (chlorure de cuivre). Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. La nadorite est souvent transformée en bleiniérite, d'un jaune citron, qui englobe ou supporte des cristaux de cérusite.

Diagnostic. Les caractères extérieurs et la forme de la nadorite sont très caractéristiques de ce minéral, que les propriétés pyrognostiques ne permettent en outre de confondre avec aucun autre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Constantine.* La nadorite est jusqu'ici spéciale à l'Algérie et elle n'y est connue que dans un seul gisement, où elle a été découverte par Flajolot (*C. R.* LXXI. 237 et 406, 1870, et *Z. d. d.*

1. Sb^2O^3 = 36,57 PbO = 28,24 Pb = 26,20 Cl = 8,99.
2. Y compris 0,67 H^2O.

geol. Gesell. XXIV, 4, 1872. Voir aussi dans ce dernier recueil, Braun, 1872, 30).

Son étude cristallographique a été faite par Des Cloizeaux (*C. R.* LXXIII. 81. 1871), puis par M. Cesàro (*B. S. M.* XI. 44, 1888); les propriétés optiques ont été décrites par Des Cloizeaux (*B. S. M.* V. 122, 1881).

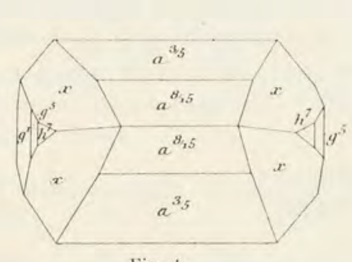


Fig. 1.
Nadorite (Type III).

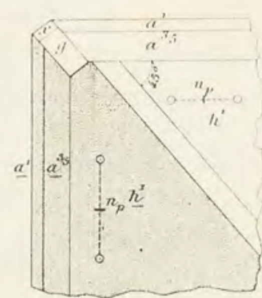


Fig. 2.
Nadorite. Macle suivant e^1 (011) de cristaux du Type II.

Le gisement en question se trouve au Djebel Nador, à quelques centaines de mètres des bains chauds d'Hammam N'baïl.

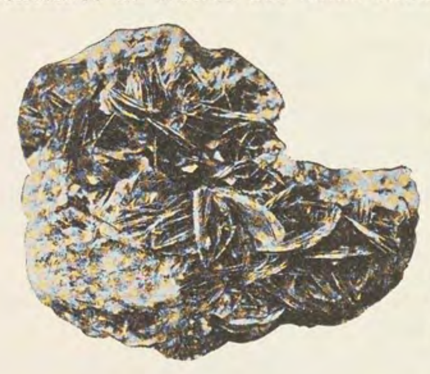
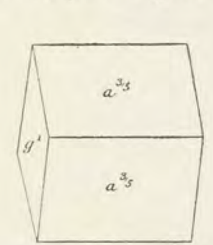


Fig. 3.
Géode de nadorite du Type III.
(*Photographe réduite de 1/3*)

Ce gîte métallifère consiste en lentilles alignées du nord au sud comme les couches qui les renferment et qui, d'après les indications que m'a fournies M. Blayac, appartiennent à l'oligocène lacustre. Le minerai est situé à la limite de séparation d'un banc de calcaire à hélix et de marnes brunes, bariolées au contact. Le remplissage est très varié ; dans les parties hautes, il est surtout formé par de la smithsonite ferrugineuse accompagnée de galène (avec accessoirement cérusite et mimétite) et de nadorite. Ce dernier minéral, qui était jadis très abondant, formait dans la smithsonite des veines d'une dizaine de centimètres d'épaisseur ; elles étaient parfois creusées de grandes géodes, d'ordinaire complètement revêtues par les cristaux de nadorite ; plus rarement ceux-ci formaient des groupes sur de la smithsonite mamelonnée. Le filon,

ayant en moyenne 5 mètres de puissance, a été mis à nu sur une longueur d'une centaine de mètres.

On y rencontrait aussi en grande abondance un antimoniate de fer terreux qui sera décrit plus loin, puis comme accident minéralogique,



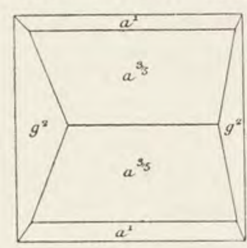


Fig. 4 et 5.
Nadorite. Type II.

l'hydrozincite, et très rarement la calamine cristallisée ; celle-ci recouvre parfois d'une façon complète les lames de nadorite, dont elle constitue des sortes de périmorphoses.

En profondeur, la nadorite a disparu et actuellement, l'on n'exploite plus que la smithsonite et l'antimoniate de fer.

Fig. 6.
Nadorite. Type I.

Les cristaux de nadorite se rapportent généralement au type III ; les cristaux lenticulaires tapissent de vastes géodes, dont la figure 3 donne une idée; les cristaux qui les constituent ont plusieurs centimètres de plus grande dimension. Les principales combinaisons décrites par Des Cloizeaux sont les suivantes : $a^{3/11}$ (11.0.3) g^5 (230) h^7 (430) ; $a^{3/5}$ (503) $a^{3/11}$ (11.0.3) $g^1 g^5 h^7 x$ (3.6.7.17.12) ; $a^{3/5} a^{3/11} a^{8/15}$ (15.0.8) $g^1 g^2 g^5 h^7 x$; $a^{3/5}$ $a^{3/7}$ a^3 (103). Les formes a^1 (101) et y (17.5.4) sont les plus rares. La figure 2 représente, d'après Des Cloizeaux, le facies de la macle suivant e^1 des cristaux de ce type ; par suite d'une erreur de gravure la face y est notée g.

Le type II (fig. 4) constitue parfois des groupements à axes parallèles dont les dômes seuls ont des faces continues, alors que latéralement on voit apparaître la structure polysynthétique.

Quant aux cristaux du type I, qui ont été décrits par M. Cesàro (fig. 6, la face non notée est $a^{1/2}$), ils paraissent être peu communs. La figure 4 représente, d'après ce savant, la modalité de la macle suivant e^1, qu'ils présentent parfois.

Fig. 7.
Nadorite. Macle suivant e^1 (011) du type I.

La nadorite est assez rarement intacte : elle présente presque toujours, au moins superficiellement, les altérations en bleiniérite et cérusite, dont il est question plus haut. Souvent la pseudomorphose est complète : elle consiste en lames jaunes de soufre de bleiniérite translucide sur lesquelles est implantée la cérusite.

ROMÉITE
$CaSb^2O^4$

Pseudocubique.

Formes et facies. La roméite n'est connue que sous forme de fort petits octaèdres réguliers.

Dureté. 5, 5.

Densité. 4, 713.

Coloration et éclat. Jaune-hyacinthe à jaune clair. Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. L'octaèdre est formé par la réunion autour du centre de huit rhomboèdres de 90°, ayant leur axe optique, unique, *positif* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à une face a^1. Une section parallèle à d (100) est donc divisée en quatre secteurs s'éteignant suivant ses côtés et obliques sur l'axe optique.

Composition chimique. La formule $CaSb^2O^4$ correspond à la composition suivante : Il existe parfois un peu de manganèse.

Sb^2O^3....	83,8
CaO.....	16,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Fond en une scorie noire. Sur le charbon, avec la soude, donne des vapeurs antimonieuses et un globule d'antimoine. Insoluble dans les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Constantine.* La roméite n'est connue jusqu'ici que dans les mines de manganèse de Saint-Marcel [*Piémont*].

Je pense que c'est à ce minéral qu'il faut rapporter de fort petits octaèdres (avec parfois p), jaunes ou bruns, que j'ai observés à la surface d'un échantillon de nadorite du type I, recouvert d'une pellicule de bleiniérite ; je n'ai pu faire sur eux aucun essai chimique.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME
2e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21
—
1910

MINÉRALOGIE

DE

LA FRANCE

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

A. LACROIX
Membre de l'Institut
Professeur de Minéralogie au Muséum d'histoire naturelle

MINÉRALOGIE
DE LA FRANCE
ET
DE SES COLONIES

DESCRIPTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES MINÉRAUX
ÉTUDE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES
DE LEURS GISEMENTS

TOME QUATRIÈME

2e PARTIE

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1910

PHOSPHATES, ARSÉNIATES, VANADATES, ANTIMONIATES

TYPES ANHYDRES

GROUPE DE LA TRIPHYLITE

Ce groupe renferme les quatre espèces suivantes :

Triphylite....	$(Fe,Mn)LiPO^4$
* *Lithiophylite.*	$(Mn,Fe)LiPO^4$
Natrophylite..	$(Mn,Fe)NaPO^4$
* *Béryllonite...*	$GlNaPO^4$

La triphylite seule se trouve dans les gisements français, mais l'*alluaudite* qui s'y rencontre paraît être un produit d'altération de la natrophylite.

TRIPHYLITE
$(Fe,Mn)LiPO^4$

Orthorhombique : $mm = 97°53'$.

$b : h = 1000 : 794{,}131$ (Dx.) $D = 754{,}041$ $d = 656{,}827$.

$[a : b : c = 0{,}87105 : 1 : 1{,}10531]$

Faciès des cristaux. Les cristaux de triphylite sont très rares, allongés suivant l'axe vertical et basés ; ce minéral ne se trouve dans les gisements français qu'en masses laminaires.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), facile suivant g^1 (010), interrompus suivant h^3 (210)[1]. Cassure inégale ou conchoïdale.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 3,42 à 3,56.

Coloration et éclat. Gris bleu à gris verdâtre (*triphylite*) ; rose saumon, brune à brunâtre (*lithiophylite*). Éclat vitreux à résineux.

1. Dana a choisi une forme un peu différente m (110) $= g^3$ (120) ; h^3 (210) $= m$ (110) ; e^1 (011) $= e^{1/2}$ (021).

Propriétés optiques. Les propriétés optiques changent rapidement dans la série continue s'étendant de la lithiophylite, optiquement positive, à des triphylites de plus en plus riches en fer, qui deviennent alors négatives : $\mathbf{n}_g$ est toujours normal à g^1. Voici les données fournies par Penfield et Pratt (*Am. J. of. Sc.* L. 387. 1895).

	Lithiophylite (Branchville) FeO = 9,42	Triphylite Grafton FeO = 26,58			Triphylite Rabenstein FeO = 35,05
	jaune	vert	jaune	rouge	
Plan des axes	p (001)	p (001)		h^1 (100)	h^1 (100)
Bissectrice	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_p$
2V autour de $\mathbf{n}_g$ =	62°54′	21°53′	0°	15°3′	120°
$\mathbf{n}_g$ =	1,687	1,698	1,692	1,691	1,707
$\mathbf{n}_m$ =	1,679	1,692	1,688	1,684	1,702
$\mathbf{n}_p$ =	1,676	1,691	1,688	1,683	1,692
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ =	0,011	0,007	0,004	0,008	0,015

La dispersion est très forte $\rho < v$ autour de la bissectrice aiguë ; en lumière convergente, la triphylite de Grafton donne avec la lumière blanche, des images semblables à celles de la brookite ; la triphylite du Limousin a des propriétés analogues à celles du type de Rabenstein.

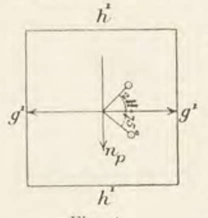


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Inclusions. Les minéraux sont souvent riches en inclusions liquides à bulle.

Composition chimique. Les minéraux de ce groupe oscillent entre la *triphylite* purement ferrifère ($FeLiPO^4$) (a) et la *lithiophylite* exclusivement manganésifère ($MnLiPO^4$) (b). Ces deux types théoriques n'existent pas à l'état de pureté parfaite ; ce sont leurs intermédiaires que l'on rencontre, avec tendance généralement marquée vers l'un ou l'autre type.

c) Analyse de la triphylite de la Vilate par M. Pisani.

	a	*b*	*c*
P^2O^5	45,0	45,3	43,00
FeO	45,5	»	31,90
MnO	»	45,1	14,40
MgO	»	»	1,03
Li^2O	9,5	9,6	7,91
Na^2O	»	»	0,40
H^2O	»	»	0,40
	100,0	100,0	99,04

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite généralement, noircit et donne un peu d'eau d'altération. Au chalumeau, facilement fusible en colorant la flamme en pourpre (lithium), avec bordure bleuâtre (phosphore). Avec le borax et le sel de phosphore, donne les réactions du fer (dominant dans la triphylite) et du manganèse (dominant dans la lithiophylite). Soluble dans l'acide chlorhydrique ; les variétés altérées donnent un dégagement de chlore, par suite de l'existence d'inclusions d'oxydes de manganèse.

Altérations. L'altération de la triphylite donne naissance à un grand nombre de minéraux dans les gisements du Limousin ; le minéral étant souvent mélangé à la triplite, il n'est pas toujours facile de savoir la part qui revient à chacun d'entre eux dans la production des minéraux secondaires.

1° Transformation en hétérosite. Cette transformation s'effectue graduellement suivant les clivages ; on trouve tous les passages possibles entre la triphylite intacte et l'*hétérosite* violette, dont le clivage facile coïncide avec le clivage *p* (001) de la triphylite ; il existe parfois un minéral brun intermédiaire ; cette altération est essentiellement caractérisée par la perte du lithium et d'une quantité notable de l'anhydride phosphorique, ainsi que par l'oxydation des métaux et, semble-t-il, par un gain en manganèse (voir à *hétérosite*).

2° Transformation en huréaulite. Ce mode de transformation est plus rare que le précédent ; la collection du Muséum possède un magnifique échantillon de ce genre ; l'altération a cheminé dans les clivages basiques de la triphylite, qui n'est pas oxydée et a gardé sa couleur claire ; le minéral est creusé de rainures profondes, dont le plan coïncide avec le clivage *p*. C'est dans les cavités ainsi produites, que se sont développés de beaux cristaux de huréaulite de couleur rose pâle, qui imprègnent progressivement le minéral ancien.

3° Transformation en phosphates complexes. Cette transformation, qui se rencontre à la Vilate, est le résultat d'une altération bien plus complète : dans une masse riche en oxydes de manganèse (psilomélane, etc.), on observe çà et là de petits lambeaux d'hétérosite et de triphylite, englobant des masses fibreuses de dufrénite ; des cavités sont souvent tapissées de petits cristaux de huréaulite, de masses bleues, caverneuses, d'anglarite, de fibres rougeâtres d'huréaulite, etc.

Diagnostic. La couleur, les deux clivages rectangulaires, et surtout la coloration donnée à la flamme par la triphylite, permettent de reconnaître très facilement ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Alluaud a décrit (*Ann. sc. nat.* VIII. 346. 1826) sous le nom d'*hétérosite*, Vauquelin (*A. C. P.* XXX. 294. 1825) sous celui incorrect d'*hétéposite*, un minéral trouvé aux Huréaux en Saint-Sylvestre et qui sera étudié plus loin. En lisant leur description et surtout celle, postérieure, de Dufrénoy (*A.M.* VII. 13. 1830), il est facile de voir que ces savants ont confondu sous la même dénomination la triphylite intacte d'un gris bleu et l'hétérosite violette, son produit d'altération. La collection du Muséum possède une série d'échantillons, donnés par Alluaud au moment de la publication de son travail; ils présentent un mélange inextricable des deux minéraux. Il en est de même pour les échantillons conservés dans la collection de l'École des mines et auxquels Dufrénoy fait allusion.

Dans son mémoire, puis plus tard dans sa Minéralogie (II. 424. 1845), Dufrénoy a pris pour type de l'hétérosite, non pas le minéral violet, surtout considéré par Vauquelin et Alluaud, mais la substance intacte, c'est-à-dire la triphylite, dont il a donné l'analyse suivante : P^2O^5 41, 77 ; FeO 34, 89 ; MnO 17,57 ; H^2O 4,40 ; quartz 0,22 = 98,85. Il est probable que cette analyse a été faite sur un produit déjà altéré et dans lequel le lithium n'a pas été cherché : l'analyse nouvelle (*c*) que M. Pisani a faite sur une matière, que j'ai purifiée avec soin, donne la composition de la triphylite à peu près intacte.

La triphylite des Huréaux, aussi bien que celle trouvée plus tard dans la carrière de la Vilate, à Chanteloube en Razès, forme de grosses masses laminaires dépourvues de formes géométriques et pouvant atteindre un décimètre. Sa couleur d'un gris bleuâtre, parfois un peu verdâtre, la fait ressembler à celle de Bodenmais, en Bavière. Elle constitue un élément essentiel de la pegmatite, dans laquelle elle est associée à la triplite, à l'alluaudite et à tous les minéraux secondaires, énumérés plus haut, qui se sont formés à ses dépens.

NATROPHYLITE

$MnNaPO^4$

La natrophylite, d'un jaune foncé, possède les propriétés cristallographiques et optiques de la lithiophylite, dont elle diffère par la substitution du sodium au lithium. Sa densité est de 3,41. Elle n'a été

trouvée jusqu'à présent qu'à Branchville (Connecticut), mais c'est probablement elle qui, par son altération, a donné naissance à l'alluaudite.

ALLUAUDITE

Faciès. L'alluaudite se présente sous forme de masses très cristallines, clivables, constituées par des cristaux agglomérés.

Clivages. Il existe trois clivages rectangulaires, dont un très facile.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 3,468.

Coloration et éclat. Brun à brun rouge. Poussière jaune brunâtre. Transparente en lames minces seulement. Éclat nacré et doré sur les lames de clivages.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire au clivage le plus facile, avec axes optiques assez écartés.

Pléochroïsme. Assez pléochroïque dans les teintes d'un jaune brunâtre avec maximum suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. La composition théorique de la natrophylite, exclusivement manganésifère, est donnée en *a*). L'analyse *b*) est due à M. Damour (*A. M.* XIII. 341. 1848), elle a été faite sur l'alluaudite ; elle semble se rapporter à un produit d'altération par hydratation, perte d'alcalis et oxydation incomplète d'une natrophylite ferrifère, à moins qu'il ne s'agisse d'une triphylite, dans laquelle le lithium a été remplacé par du sodium par voie secondaire. Le minéral donne du chlore, quand on l'attaque par l'acide chlorhydrique, car il est mélangé de psilomélane.

	a	*b*
P^2O^5	41,1	41,25
Fe^2O^3	»	25,62
Mn^2O^3	»	1,06
MnO	41,0	23,08
Na^2O	17,9	5,47
SiO^2	»	0,60
H^2O	»	2,65
	100,0	99,73

Essais pyrognostiques. Fusible en un globule non magnétique. Les autres réactions sont celles de la triphylite, avec cette différence que la coloration de la flamme est jaune (Na), et non rouge (Li).

Diagnostic. La structure lamellaire, due aux trois clivages faciles et la petite dimension des plages permettent de distinguer facilement

l'alluaudite de la triphylite en énormes cristaux, à laquelle elle est associée ; la présence du sodium constitue également un caractère différentiel important [1].

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* L'alluaudite accompagne la triphylite et ses produits d'altération, ainsi que la triplite, dans la carrière de pegmatite de la Vilate. Elle forme parfois, à elle seule, des masses de près d'un décimètre de plus grande dimension ; les éléments qui les constituent atteignent un centimètre.

C'est M. Damour, qui, en 1848 (*op. cit.*), a décrit ce minéral, que l'on donne généralement comme produit d'altération de la triplite, ce qui est certainement inexact, étant données sa haute teneur en sodium et sa structure ; cette composition rend plus vraisemblable la parenté avec la natrophylite, qui a été indiquée plus haut : les propriétés optiques me font penser qu'il n'y a pas identité entre l'alluaudite et le minéral brun désigné plus loin sous le nom de *pseudohétérosite*.

XÉNOTIME

YPO^4

Quadratique.

$b : h : = 1000 : 874{,}25 \quad D = 707{,}107.$

$[a : c = 1 : 0{,}61867.$ (Vom Rath-Klein).]

Formes observées. m (110) ; $b^{1/2}$ (111).

$^*b^{1/2}b^{1/2}$ s. a^1	124°30′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$ s. p	97°38′

Faciès des cristaux. Les cristaux de xénotime se présentent sous deux aspects, suivant que $b^{1/2}$ (111) (fig. 1 du zircon, page 210 ; t. III), existe seul ou est associé à de très petites facettes m (110) (fig. 1), ou bien au contraire qu'il est accompagné de h^1 (100), avec allongement suivant l'axe c (fig. 2 du zircon, page 212, t. III).

1. M. Baret a signalé (*op. cit.* 84. 1898) l'alluaudite dans une aplite de la métairie de Kéron, à 1 km. au N. O. d'Herbignac (*Loire-Inférieure*) : l'échantillon que nous avons réexaminé, M. Baret et moi, est constitué par un micaschiste grenatifère, imprégné de psilomélane.

Clivages. Clivages parfaits suivant *m* (110). Cassure inégale ou écailleuse.

Dureté. 4 à 5. Fragile.

Densité. 4,45 à 4,56

Coloration et éclat. Jaune ou brun de diverses nuances ; quelquefois incolore ou blanc. Poussière incolore ou jaunâtre. Transparent ou translucide.

Éclat résineux à vitreux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positif* (n_g).

$$n_g = 1{,}8155 \text{ Brésil. [Kraüs et Reitinger (Na)]}$$
$$n_p = 1{,}7207$$
$$n_g - n_p = 0{,}0948$$

Groupement avec d'autres minéraux. Le xénotime se groupe à axes parallèles avec le zircon, dont les formes sont très voisines.

Composition chimique. La formule YPO^4 correspond à la composition centésimale suivante, dans laquelle une partie de l'yttrium peut être remplacée par de l'erbium, du cérium ; il existe aussi parfois un peu de silicium et de thorium.

P^2O^5	38,6
Y^2O^3	61,4
	100,0

Des observations récentes ont montré que la soi-disant *hussakite*, qui a été décrite comme un sulfophosphate, dont le xénotime serait un produit d'altération, a la composition normale du xénotime.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Humecté par l'acide sulfurique et chauffé au charbon, colore la flamme en jaune vert bleuâtre. Insoluble dans les acides.

Diagnostic. Voir à *zircon* et à *monazite.*

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le xénotime est un minéral des granulites et des pegmatites. Il s'y trouve en cristaux dépassant parfois un centimètre de plus grande dimension, mais généralement plus petits.

M. Orville Derby a montré qu'il accompagne aussi comme élément microscopique le zircon et la monazite dans un grand nombre de roches

acides du Brésil et notamment dans les granites à muscovite. On peut mettre en évidence son existence en lavant à la batée la roche pulvérisée. Le résidu lourd est ensuite traité par l'iodure de méthylène, puis par l'aimant ; le xénotime reste avec le zircon dans les produits les plus lourds, non magnétiques ; il se présente sous forme d'octaèdres $b^{1/2}$ (111), avec rarement traces de m (110) ; ceux-ci sont incolores ou plus souvent en partie opaques et d'un blanc de lait.

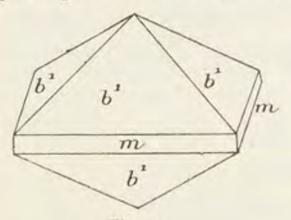


Fig. 1.
Xénotime. Forme commune.

C'est par ce procédé que M. Orville Derby a trouvé le xénotime dans le résidu du lavage d'un échantillon de kaolin des environs de Limoges (*Haute-Vienne*). Il y était associé à des cristaux prismatiques de zircon, à de la magnétite, de l'ilménite, de l'anatase et de la pseudobrookite (*Min. Mag.* XI. 304. 1897).

MONAZITE

(Ce, La, Di) PO^4

Monoclinique : $mm = 93°22'$.

$b : h = 1000 : 661{,}353$ (Dx.) $D = 717{,}508$ $d = 696{,}550$.

Angle plan de $p = 91°41'53''$

— $m = 99°32'28''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0{,}9708 : 1 : 0{,}92173 \\ zx = 76°14' \end{array}\right]$$

Formes observées. m (110), h^3 (210), h^1 (100), g^3 (120), g^1(010) ; o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) ; e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; $\omega = (b^1\, d^{1/3}\, g^1)$ ($\bar{1}21$), $z = (b^{1/2}\, b^{1/4}\, h^1)$ ($\bar{3}11$) ; $a_3 = (b^1\, b^{1/3} h^1)$ ($\bar{2}11$).

Macles. Macle suivant h^1 (100).

Les angles mesurés suivants ont tous été obtenus sur des cristaux de turnérite de l'Oisans par Lévy (L.), Marignac (M.), Philipps (P.), vom Rath (R.); ou de la Meije par moi-même (Lx).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	93°22′	93°26′ M.
mh^1	136°41′	136°43′ M. 45′ Lx.
mg^1	133°19′	133°11′ R.
$h^1 h^3$	154°46′	155°17′ Lx.
$h^3 g^1$	115°14′	
$h^3 h^3$ av.	129°32′	
$h^3 m$	161°55′	
$h^1 g^3$	117°56′	117°48′ P.
$m g^3$	161°15′	
$g^3 g^1$	152° 4′	
$o^1 h^1$ adj.	140°43′	140°49′ Lx.
$^*ph^1$	103°46′	
$a^1 h^1$	126°13′	126°10′ Lx.
$o^1 a^1$ s. p	93° 4′	93°55′ P.
$e^2 g^1$	114° 6′	114°22′ M.
$e^2 e^2$ s. p	131°48′	131°16′ M, 50′ P. 40′ Lx.
$e^1 g^1$	131°50′	131°50′ M, 55′ P.
$e^1 e^1$ sur p	96°20′	96°10′ à 20° M. 17′ Lx.
$e^{1/2} g^1$	150°49′	150°55′ M. P.
$e^{1/2} e^{1/2}$ s. p.	58°22′	58°10′ M.
$p m$ ant.	99°58′	
$d^{1/2} m$	146°19′	146°10′ Lx.
$b^{1/2} m$	138°58′	
$e^{1/2} h^1$ ant.	96°40′	96°46′ M.
ωh^1 adj.	109°15′	109° 5′ M.
$\omega e^{1/2}$	154° 5′	154° 6′ M.
$d^{1/2} h^1$ adj.	131°57′	132° Lx.
$e^1 h^1$ s. $d^{1/2}$	100°13′	99°40′ L. 100°25′ M. 20′ Lx.
$b^{1/2} h^1$ adj.	118°19′	118°13′ M.
$a_3 h^1$ adj.	141°30′	141°15′ M. 25′ Lx.
$z h^1$ adj.	153°10′	152°55′ M. 52′ P. 18′ Lx.
$e^1 b^{1/2}$ adj.	141°28′	
$e^1 z$ s. $b^{1/2}$	106°37′	106°41′ M.
$e^1 a_3$ adj.	118°17′	118°21′ M.
$b^{1/2} z$	145° 9′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1 d^{1/2}$	120°16′	
$d^{1/2} o^1$	149°44′	149°38′ P.
$d^{1/2} d^{1/2}$	119°28′	
$g^1 \omega$	146° 5′	145°53′ M 146°10′ P.
$g^1 b^{1/2}$	126°38′	126°30′ P.
$\omega b^{1/2}$	160°33′	
$^*b^{1/2} a^1$	143°22′	143°30′ P.
$\omega\omega$ s. a^1	67°50′	68°14′ M.
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	106°44′	107°10′ M.
$g^1 a_3$	114°57′	
$a_3 a_3$	130° 6′	130°24′ M.
$g^1 z$	107°49′	
$z z$ adj.	144°22′	144°29′ Lx.
$o^1 m$ adj.	124°17′	124°10′ Lx.
$o^1 d^1$ adj.	155°16′	
$o^1 e^1$ s. d^1	126°32′	126°10′ P.
$e^1 \omega$ adj.	145°10′	145° 9′ Lx.
$e^1 m$ post.	109°11′	109° 8′ Lx.
ωm adj.	144° 1′	143°57′ Lx.
$e^1 m$ ant.	125°55′	125°50′ Lx.
$a^1 m$ s. e^1	64°32′	
$e^1 a^1$	118°37′	118°45′ P.
$a^1 a_3$	146°17′	146°11′ Lx.
$a_3 m$ adj.	149°11′	149° 8′ Lx.
$e^{1/2} m$ ant.	133° 6′	
$b^{1/2} m$ s. $e^{1/2}$	93°41′	93°12′ M.
$e^{1/2} b^{1/2}$	140°35′	140°15′ R.
$m z$ adj.	149°13′	149°20′ M.
$d^{1/2} h^3$ ant.	145° 3′	
$e^2 h^3$ s. $d^{1/2}$	111°45′	
$e^2 a^1$ adj.	125°56′	
$a^1 z$ adj.	142°40′	
$a^1 h^3$ post.	122°19′	
$z h^3$ adj.	159°39′	

Faciès des cristaux. Les cristaux de monazite peuvent être rapportés aux trois types suivants :

Type I. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et allongés suivant l'axe vertical ; ils sont terminés par les faces o^1 (101) et souvent a^1 ($\bar{1}01$) ; c'est une forme fréquente dans les cristaux des pegmatites.

Type II. Les cristaux sont soit également développés suivant les trois axes (type II *a*) (fig. 5), soit aplatis parallèlement à h^1 (100) et

alors un peu allongés suivant l'axe *b* (type II *b*) (fig. 2, 3 et 6). Ce sont les deux modalités de la *turnérite*.

Type III. Les pyramides $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) sont très développées ; les cristaux sont caractérisés par un allongement suivant une arête $b^{1/2}$ $b^{1/2}$.

Les faces des zones ph^1 et pg^1 de la turnérite sont souvent ondulées.

Clivages. Clivage ou plans de séparation souvent faciles suivant *p* (001) ; clivages difficiles suivant h^1 (100) et g^1 (010). Parfois plans de séparation suivant *m* (110). Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4,9 à 5,3.

Coloration et éclat. Rouge-hyacinthe, brun-giroflée, jaune brun, jaune vert clair ; la turnérite est souvent d'un blanc rosé très pâle. La monazite est le plus souvent incolore en lames minces.

Les cristaux de turnérite possèdent une propriété analogue à celle de l'alexandrite ; examinés à la lumière jaune d'une lampe ou du gaz, ils changent de couleur et deviennent d'un jaune plus rouge.

Poussière jaune rougeâtre ou blanche. Transparente à translucide. Éclat vitreux à résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010) et presque parallèle à h^1 (100). La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) fait dans g^1, un angle de 2 à 5° avec h^1, dans l'angle obtus de ph^1. Faible dispersion horizontale, et faible dispersion des axes $\rho < v$.

$\mathbf{n}_g = 1{,}8411$ (Wülfing)
$\mathbf{n}_m = 1{,}7965$
$\mathbf{n}_p = 1{,}7957$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0454$ d'où $2E = 23°2'$
2 E = (mes.) 22° à 36°, suivant les localités (rouge).

Pléochroïsme. Faiblement pléochroïque dans les teintes jaunes, avec maximum suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. La composition chimique est représentée par la formule (Ce,La,Di)PO^4, dans laquelle les proportions relatives de ces différents métaux sont variables avec les localités ; il existe en outre une quantité variable de divers autres corps et notamment de thorium ; celui-ci donne de l'importance économique à ce minéral ; dans la monazite des sables du Mananjary (*Madagascar*), la teneur en ThO^2 atteint 10 °/₀, d'après des essais de M. Arsandaux.

La thorine peut être mise en évidence par le procédé de MM. Wyrouboff

et Verneuil, qui est quantitatif. Le minéral estattaqué par l'acide sulfurique, qui est ensuite évaporé jusqu'à consistance sirupeuse, puis additionné d'eau glacée ; les terres rares sont alors précipitées par l'acide oxalique. Les oxalates sont transformés en nitrates ; ceux-ci sont dissous dans l'eau et la thorine est précipitée par l'eau oxygénée. Elle est ensuite transformée en azotate, dont la solution dans l'acide azotique est évaporée à sec au bain-marie: cet azotate, redissous dans l'eau, est reprécipité par l'eau oxygénée. L'opération est répétée jusqu'à ce que l'hydrate de peroxyde de thorium précipité soit parfaitement blanc.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, ne fond pas, mais devient grisâtre. Imbibée d'acide sulfurique, colore la flamme en vert bleuâtre.

Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique; soluble dans l'acide sulfurique.

Spectre d'absorption. Examinée avec un spectroscope de poche, la monazite fournit le spectre d'absorption du didyme.

Diagnostic. La monazite est parfois difficile à diagnostiquer en l'absence de formes géométriques, comme cela a lieu dans les sables. Sa coloration jaune, son pléochroïsme et sa biaxie établissent le diagnostic différentiel d'avec le zircon. Le spectre d'absorption est très caractéristique, quand il peut être observé. Une bonne réaction microchimique consiste à attaquer le minéral par l'acide sulfurique qui, par évaporation, donne après addition d'un peu d'acétate de sodium, de petits cristaux ovoïdes, terminés par une pointe (aspect de bacilles) de sulfate sodicocéreux. En reprenant par une goutte d'eau, on obtient des aiguilles de sulfate de cérium.

Dans les sables monazités, la monazite est en général plus roulée que le zircon.

Le changement de couleur à la lumière artificielle permet de distinguer la turnérite du sphène, qui l'accompagne fréquemment dans les fentes de quelques roches.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La monazite se rencontre dans les modes de gisements suivants :

1° dans les roches granitiques et gneissiques;

2° dans les fentes de roches diverses;

3° dans les sables.

1° *Dans les roches granitiques et gneissiques.*

Les granites et leurs pegmatites constituent le gisement principal de la monazite ; elle existe aussi comme élément microscopique des granites (particulièrement des granites à muscovite) et des gneiss. Ce minéral n'a été trouvé en échantillons macroscopiques dans aucune de ces roches provenant des territoires étudiés dans ce livre, mais c'est certainement de celles-ci que viennent les cristaux qui sont signalés plus loin dans les sables de la *Guyane* et de *Madagascar*.

M. Orville Derby en lavant à la batée le produit de la trituration d'un échantillon de granite de Berzet (*Puy-de-Dôme*) y a trouvé quelques cristaux de monazite, associés à du zircon et à un peu d'anatase bleue (*Miner. Magaz.* XI, 307. 1897).

2° *Dans les fentes de roches diverses.*

Alpes. — *Isère*. Lévy a décrit en 1823 (*Ann. of Philos.* XXI. 241), sous le nom de *turnérite*, de très petits cristaux d'un jaune brun, trouvés avec de l'adulaire et de la crichtonite lamellaire sur un échantillon provenant du Dauphiné. Peu après, Philips compléta cette première description (*Élem. Introd. Mineral.* 382. 1823) en donnant comme provenance le Mont Sorel (Dauphiné).

La composition chimique de la turnérite était alors inconnue. Dana fit voir en 1866 (*A system of Miner.*) que sa forme pouvait être ramenée à celle de la monazite. M. Pisani put démontrer en 1877 (*C. R.* LXXXIV. 462) par l'essai de cristaux analogues, trouvés en Suisse, que ces deux minéraux ne diffèrent pas au point de vue de la composition chimique.

Le gisement originel exact des cristaux étudiés par Lévy est incertain ; il n'existe en effet pas de Mont Sorel en Oisans. L'Alpe Sorrel, près Maronne, ne renferme pas de gisements fournissant les minéraux précités. M. Miers a examiné (*Min. Mag.* VIII. 207. 1889) l'étiquette originale de la collection de Phillips, qui a mis en circulation ce nom de localité et constaté qu'elle porte « Mt. Soret » ; or, comme cet échantillon avait été envoyé en Angleterre sous la dénomination de *pictite*, minéral que venait de décrire Soret, il est probable que Mont Soret a été écrit au lieu de Mons. Soret, nom du donateur.

Quoi qu'il en soit, les échantillons renfermés dans les vieilles collections consistent en granulite, recouverte de quartz chlorité et de crichtonite ; ils me paraissent provenir de la Combe de la Selle ; les cristaux de turnérite sont d'un beau jaune brun. Je n'ai vu aucun échantillon de ce genre trouvé depuis moins de cinquante ans, mais depuis quelques années, ce même minéral a été retrouvé avec un facies différent à la Montagne des Puits, près Saint-Christophe en Oisans, dans les fentes d'aplites riches en albite, avec petits cristaux de quartz, d'anatase, de crichtonite. Le même minéral a été trouvé avec le même aspect au Freney, dans la vallée de la Romanche.

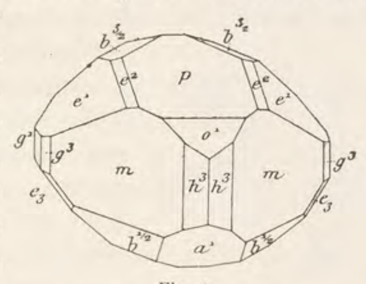
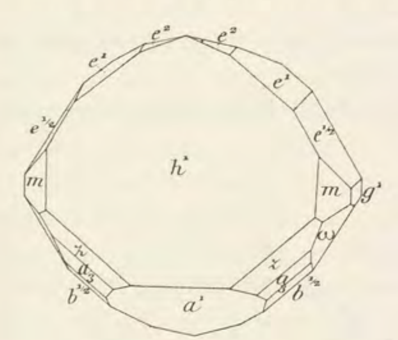


Fig. 1.
Turnérite. Figure originale de Lévy, avec l'orientation adoptée par lui.

La fig. 1 représente le dessin original de Lévy, avec l'orientation maintenue par Philipps et Des Cloizeaux dans le premier volume de sa



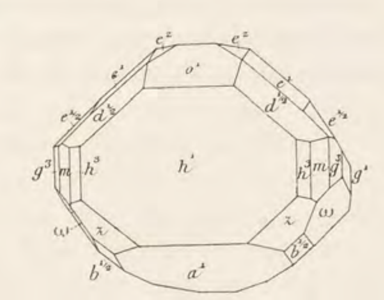


Fig. 2 et 3.
Turnérite de l'Oisans. Type II *b*.

Minéralogie (p. 533 et fig. 249 et 250, pl. XLII). Voici la concordance de cette orientation avec celle admise ici, et employée par Des Cloizeaux dans sa description de la monazite (*op. cit.* II. pl. XLV et 472).

Lévy			Lévy			Lévy		
p	$= h^1$	(100)	o^1	$= o^1$	(101)	$d^{1/2}$	$= d^{1/2}$	(111)
e^2	$= h^3$	(210)	a^1	$= a^1$	$(\bar{1}01)$	$b^{1/2}$	$= b^{1/2}$	$(\bar{1}11)$
e^1	$= m$	(110)	h^3	$= e^2$	(012)	b^1	$= a_3$	$(\bar{2}11)$
$e^{1/2}$	$= g^3$	(120)	m	$= e^1$	(011)	$b^{3/2}$	$= z$	(311)
g^1	$= g^1$	(010)	g^3	$= e^{1/2}$	(021)	w	$= \omega$	$(\bar{1}21)$

Les figures 2 et 3 ne sont autres que celles données par Des Cloizeaux en 1862, mais elles ont été redessinées pour les mettre en accord avec l'orientation nouvelle. De même, la figure 4 est la projection sur g^1 (010) de Philipps, mais avec cette même orientation nouvelle.

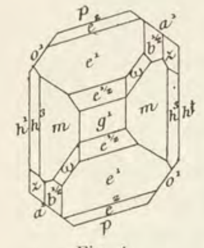


Fig. 4.
Turnérite. Projection sur g^1 (010).

Ces cristaux sont très aplatis suivant h^1 (100) et présentent les formes h^3 (210), m (110), g^3 (120), g^1 (010), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}$01), e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}$11), z (311), a_3 ($\bar{2}$11) et ω ($\bar{1}$21). C'est le type II *b*; les cristaux anciens existant soit dans la collection d'Haüy, soit dans celle du Muséum s'y rapportent.

J'ai trouvé dans la collection d'Haüy un très beau cristal de turnérite jaune de miel, indiqué comme sphène (titane calcaréo-siliceux); il a probablement la même origine que ceux décrits par Lévy ; il diffère de ceux figurés par Des Cloizeaux en ce que les faces m (110) sont, comme dans les cristaux de la Meije, très peu développées.

Les cristaux de la Montagne des Puits, près Saint-Christophe en Oisans, sont identiques à ceux de la Meije.

Hautes-Alpes. J'ai décrit (*C. R.* XXII. 1429. 1896) les cristaux pro-

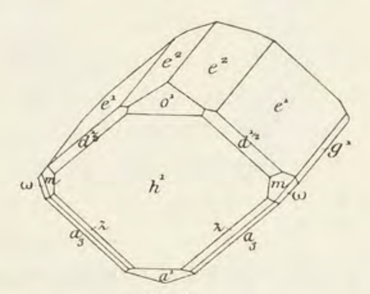


Fig. 5.
Turnérite de la Meije. Type II *b*.

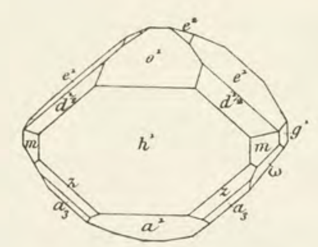


Fig. 6.
Turnérite de la Meije. Type II *a*.

venant du glacier de la Meije aux environs de la Grave, où ils accompagnent l'anatase, la brookite et le quartz hyalin. Ils sont à rapporter à deux variétés du type II. Dans la première (fig. 5), les formes dominantes sont h^1 (100) et e^1 (011), avec de petites facettes m (110), o^1(101), a^1 ($\bar{1}$01), e^2 (012), ω ($\bar{1}$21), z (311), a_3 ($\bar{2}$11) ; très rarement, il

existe des indications de $e^{1/2}$ (021) ; ces cristaux sont d'un jaune rosé pâle ou plus rarement d'un rouge brunâtre clair.

Les cristaux de la seconde variété (type II. *b*) (fig. 6) sont d'un jaune très pâle, souvent allongés suivant une arête o^1 h^1 et en outre aplatis suivant h^1 ; celles des formes qui sont réduites dans les types précédents, prennent parfois un grand développement dans ces cristaux ; h^1 est la seule forme de la zone verticale qui soit très développée.

Les cristaux de turnérite de la Meije dépassent rarement 2 mm. de plus grande dimension.

3° *Dans les sables.*

La monazite étant dense, se concentre dans les sables des rivières et des côtes, parmi les minéraux lourds provenant de la désagrégation des roches qui les contenaient originellement. Elle s'y trouve parfois en quantité telle qu'elle peut être fructueusement exploitée pour la thorine qu'elle contient.

Madagascar. — J'ai signalé récemment (*B.S.M.* XXXII. 315. 1909) l'existence de sables monazités à Madagascar. J'en ai eu connaissance par M. Garivier. Les prospections de cet ingénieur et de M. Mathieu ont montré que ce minéral se rencontre dans les alluvions aurifères d'un grand nombre de rivières de la côte orientale de l'île et particulièrement dans le bassin du Mananjary et de ses affluents. Les fonds de batée de ces régions renferment, avec l'or, de la magnétite, de l'ilménite, de l'almandin, du disthène, du rutile, du zircon et enfin de la monazite transparente, identique à celle des sables monazités du Brésil. Celle-ci est presque exclusivement concentrée dans les portions, dont les grains ont environ 1/3 de millimètre. La monazite, séparée par électrotriage, est en moyenne d'un jaune orangé ; les grains les plus petits sont jaune d'or, les plus gros d'un jaune brunâtre. Le zircon présente les mêmes dimensions, mais ses cristaux sont d'ordinaire beaucoup moins roulés. Bien que je n'aie pu faire aucune mesure, il me semble probable, d'après leur forme, que ces cristaux de monazite sont aplatis suivant h^1 et limités en outre par *m* (110), o^1 (101), a^1 ($\bar{1}01$) e^1 (011) et peut-être $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), avec à peu près égal développement de ces différentes formes.

J'ai rencontré en outre, associé à cette monazite, un minéral incolore, paraissant orthorhombique, mais optiquement négatif, que je n'ai pu assimiler à aucune espèce connue.

L'origine de ces divers minéraux doit être cherchée dans les granites et les gneiss acides.

Guyane. — J'ai trouvé dans des sables aurifères, rapportés de l'ancien Contesté franco-brésilien par M. Geay, de petits cristaux de monazite se présentant avec un aspect tout différent ; ils ont 2 à 3 mm., ils sont bruns opaques et rappellent ceux d'Arendal (Type I) ; leur forme est la même : m, h^1, o^1, a^1, avec aplatissement suivant h^1. Ils sont accompagnés de petits cristaux de columbite et doivent provenir de la désagrégation de pegmatites.

CERVANTITE

Sb^2O^4

Formes et faciès. La cervantite est considérée par quelques auteurs comme orthorhombique ; il est probable que la forme des agrégats orthorhombiques, qui la constituent, est celle de stibine épigénisée. Elle forme aussi des croûtes, des concrétions, des masses pulvérulentes.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 4,08.

Coloration et éclat. Jaune Isabelle, jaune de soufre, blanche. Poussière blanche ou d'un blanc jaunâtre.

Éclat gras et nacré, parfois terne et terreux.

Composition chimique. La formule Sb^2O^4 ou Sb^2O^3,Sb^2O^5 correspond à la composition suivante :

Sb.........	78,9
O.........	21,1
	100,0

Essais pyrognotisques. Infusible au chalumeau. Dans le tube ne se sublime pas. Sur le charbon est réduite en un globule d'antimoine, avec production d'une auréole blanche. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La cervantite se distingue aisément de la valentinite par son infusibilité et par sa non volatilité ; de la stibiconite, parce qu'elle ne donne pas d'eau dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cervantite est comme son hydrate, la *stibiconite*, étudiée plus loin, le résultat de l'altération de la stibine ; elle paraît être moins fréquente.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. La cervantite a été signalée par Dufrénoy (*Minér*. III. 182. 1856) à Chazelles, en croûtes adhérentes à de la stibine.

GROUPE DE L'APATITE

Le groupe de l'apatite comprend de nombreuses espèces, géométriquement hexagonales et parahémiédriques ; quelques-unes d'entre elles possèdent des propriétés optiques, qui indiquent un réseau de symétrie inférieure. Ces espèces sont les suivantes :

Apatite	$(CaF)Ca^4(PO^4)^3$
	$(CaCl)Ca^4(PO^4)^3$
	$[Ca(Cl.F.OH)]Ca^4(PO^4)^3$
Pyromorphite......	$(PbCl)Pb^4(PO^4)^3$
Polysphérite...	$[(Pb,Ca)Cl](Pb,Ca)^4(PO^4)^3$
**Svabite*..........	$[Ca(F.OH.Cl)]Ca^4(AsO^4)^3$
Mimétite..........	$(PbCl)Pb^4(AsO^4)^3$
Campylite.....	$(PbCl)Pb^4[(As,P)O^4]^3$
Hédyphane.....	$[(Pb,Ca)Cl](Pb,Ca)^4(AsO^4)^3$
Vanadinite........	$(PbCl)Pb^4(VO^4)^3$
Endlichite......	$(PbCl)Pb^4[(V,As)O^4]^3$

Le tableau suivant donne la comparaison des réactions et des propriétés pyrognostiques des types plombifères de ce groupe, dont les caractères extérieurs sont souvent identiques et qui ne peuvent se distinguer les uns des autres que chimiquement ou optiquement.

	Pyromorphite	*Mimétite*	*Vanadinite*
Dans le tube fermé.	Donnent un sublimé de $PbCl^2$		Décrépite ; faible enduit de $PbCl^2$.
Au chalumeau, sur le charbon.	Fusible en globule devenant polyédrique en cristallisant. Enduit blanc de $PbCl^2$ et jaune de PbO. Flamme colorée en vert bleuâtre.	Fusible avec odeur d'ail au feu réd. Réduit en globule de plomb, avec enduit de $PbCl^2$, de As^2O^3 et de PbO.	Fusible en donnant une masse noire bulleuse, facile à réduire en un globule métallique.
Sel de phosphore.	—	—	Perle vert-émeraude (F.R) ou jaune clair (F.O).
Sel de phosphore et oxyde de cuivre.	Colorent la flamme en bleu azur (réaction du chlore).		
Acide azotique étendu.	Facilement solubles.		La solution évaporée à sec donne un résidu rouge foncé.
$n_g - n_p$	0,012	0,016	0,056 0,039 (endlichite).

APATITE

$[Ca(Cl, F, OH)Ca^4(PO^4)^3$

Hexagonale : parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 732,712$ (Dx.) D = 866,025 d = 500

$[a : c = 1 : 0,73271]$ [1]

Formes observées. p (0001) ; m $(10\bar{1}0)$, h^1 $(11\bar{2}0)$; a^2 $(11\bar{2}2)$, a^1 $(11\bar{2}1)$, $a^{1/2}$ $(22\bar{4}1)$; b^2 $(10\bar{1}2)$, b^1 $(10\bar{1}1)$; $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$; $_{1/2}\ a_2 = (b^1 b^{1/2} h^1)$ $[\pi(21\bar{3}1)]$, $^{1/2}a_3 = (b^1 b^{1/3} h^1)$ $[\pi(31\bar{4}1)]$; $^{1/2}\ \delta = (b^1 b^{1/3} h^{1/2})$ $[\pi(31\bar{4}2)]$.

Les angles suivants ont été mesurés par moi sur les cristaux de la Villeder et sur ceux des environs de Nantes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	120°		b^2b^2 s. p	134° 8′	
mh^1	150°		$^*pb^1$	139°46′	139°48′
pa^2	143°46′	143°40′	b^1m	130°14′	
a^2h^1	126°14′		b^1b^1 s. p.	99°32′	
pa^1	124°19′		b^2b^1	162°42′	162°48′
a^1h^1	144°41′		$pb^{1/2}$	120°35′	
$pa^{1/2}$	108°50′	108°49′	$b^{1/2}m$	149°25′	149°20′
a^2a^1	160°33′		$b^{1/2}b^{1/2}$ s. p.	61°10′	
ph^1	90°		$b^1b^{1/2}$	160°49′	
pb^2	157°4′	157°15′			
b^2m	112°56′				

1. Ces données se rapportent à l'apatite fluorée, les types chlorés ont l'axe vertical légèrement moins long.

pa_2	114° 4′	
ph^2	90°	
$p\delta$	123°15′	
pa_3	108° 9′	
h^1a_2	153°43′	153°48′
$h^1\delta$	143°28′	
h^1b^1	124° 1′	124° env.
h^1b^2 lat.	90°	
$a_2\delta$	169°45′	169°50′
a_2b^1	150°18′	150°10′
b^1b^2	145°59′	
a^2a^2 adj.	145°38′	
a^1a^1 adj.	131°12′	
$a^1b^{1/2}$	155°36′	155°39′
$a^{1/2}a^{1/2}$ adj.	123°30′	
$m\delta$ adj.	144°16′	
ma^2	120°47′	
a^2a^2 s. b^2	118°27′	
mb^2	101°14′	
b^2b^2 adj.	157°32′	
ma_3	157°17′	
ma_2 adj.	149°37′30″	149°30′
ma^1	135°40′	135°44′
mb^1 lat.	108°50′30″	108°58′
ma^2 lat.	90°	

a_2a_3	172°20′30″	
a_3a^1	158°23′	
a_2a^1	166° 2′30″	
a^1a^1 s. b^1	88°40′	
a^1b^1	153°10′30″	153°18′
b^1b^1 s. a^2	142°19′	142°17′
$ma^{1/2}$ adj.	145° 3′	145°13′
ma_2 opp.	135°39′	
$mb^{1/2}$	115°30′	115°29′
$m\delta$ s. $b^{1/2}$	103°25′	
ma^1	90°	
δa^1	166°35′	166°30′
$a^{1/2}b^{1/2}$	150°27′	
$a_2b^{1/2}$	161°51′	161°45′
$a^{1/2}a^{1/2}$ s. $b^{1/2}$	69°54′	
$b^{1/2}b^{1/2}$ adj.	129° 0′	
ma_3 opp.	131°13′	
ma_2 s. $b^{1/3}$	104°39′	
ma_3 lat.	105° 7′	
$ma^{1/2}$ lat.	90°	
$a_3a^{1/2}$	164°43′	
$1/2a_3\ 1/2a_3$	123°16′	
$1/2a_2\ 1/2a_2$	125°40′	
$1/2\delta\ 1/2\delta$	130°34′	

Faciès des cristaux. Les cristaux d'apatite sont à rapporter à deux types :

Type I. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, terminés par une pyramide, qui est généralement b^1 $(10\bar{1}1)$, au moins comme forme dominante (fig. 1) (type I *a*) et plus rarement $a^1(11\bar{2}1)$ (fig. 10) type I *b*). La base est fréquente (fig. 6 à 8).

Type II. Les cristaux sont raccourcis suivant l'axe vertical (fig. 2) et souvent aplatis suivant la base, quand celle-ci existe (fig. 5).

Les formes hémièdres (fig. 8 et 9) ne sont fréquentes que dans quelques gisements.

L'apatite constitue également des masses grenues ou compactes.

Quant aux minéraux désignés sous le nom de *phosphorites*, que l'on rattache habituellement à l'apatite, je montrerai plus loin qu'ils doivent être considérés comme distincts ; je les étudierai aux articles *dahllite*, *francolite* (*staffélite*) et *colophanite*.

Clivages. Clivage p (0001) imparfait ; traces suivant m $(10\bar{1}0)$. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 5. Fragile.

Densité. 3,17 à 3,23.

Coloration et éclat. Incolore ; diverses teintes de vert, de bleu, de violet et de jaune, plus rarement, grise, brune ou noire. L'apatite est parfois rendue opalescente dans la direction de l'axe vertical par une structure fibreuse (notamment dans les variétés blanches). Poussière blanche. Transparente à translucide.

Éclat vitreux, inclinant au résineux.

Inclusions. L'apatite des roches volcaniques renferme fréquemment de très fines inclusions aciculaires (magnétite), allongées suivant l'axe vertical et orientées sur leur hôte ; par oxydation, elles donnent à l'apatite une coloration rouge.

Dans le granite, dans les filons stannifères (La Villeder), l'apatite est parfois extrêmement riche en inclusions liquides à bulle.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$). Les apatites colorées présentent parfois une structure complexe, sur laquelle Mallard a appelé l'attention. Une section basique se divise en six secteurs biaxes, dans lesquels le plan des axes est généralement parallèle à la bissectrice de l'angle formé par la trace d'une face *m* et la ligne de séparation de deux secteurs contigus ; le centre est fréquemment uniaxe.

Les indices varient avec la composition ; les apatites fluorées sont moins réfringentes que les chlorées et ce caractère permet aisément de les distinguer les unes des autres. Voici quelques indices mesurés par M. Gaubert et qui sont caractéristiques à cet égard.

	Cl.	F.	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_p$	$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$
Bamle.........	5,8		1,6691	1,6653	0,0038
Knappenwand.	0,03	3,63	1,6359	1,6334	0,0025
Priziac........			1,6363	1,6332	0,0031
La Villeder....			1,635	1,633	0,002

Pléochroïsme. Les variétés colorées sont pléochroïques, au moins sur une forte épaisseur. Le maximum d'absorption a lieu suivant $\mathbf{n}_p$, c'est-à-dire parallèlement à l'allongement.

	Barbin Villeder.	*Barbin.*	*Pont-Percé.*
$\mathbf{n}_g$ =	incolore	incolore ou bleu pâle	bleu pâle
$\mathbf{n}_p$ =	bleu azur	violet rougeâtre.	bleu cobalt.

Les apatites colorées par des inclusions ferrugineuses présentent un pseudopléochroïsme très intense, dans les teintes jaunes et rouges quand celles-ci sont oxydées : le maximum de coloration a lieu aussi suivant $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La formule de l'apatite normale est (CaF) $Ca^4(PO^4)^3$ ou en doublant $3\,Ca^3(PO^4)^2$, Ca F^2 (composition centésimale *a*) et plus rarement (CaCl) $Ca^4(PO^4)^3$ (composition *b*). Une petite quantité de fluor ou de chlore est parfois remplacée par de l'hydroxyle ; de plus, il existe des apatites, à la fois fluorées et chlorées : la formule la plus générale est donc [Ca(F,Cl,OH)]$Ca^4(PO^4)^3$.

Les proportions de fluor, de chlore et d'hydroxyle ne sont pas toujours suffisantes pour satisfaire à cette formule et dans ce cas, il existe un excès d'oxygène. La composition des apatites offrant cette particularité peut rentrer dans une même formule générale (Hoskyns-Abrahall) si l'on double celle-ci, qui devient alors [$Ca^2(F^2,Cl^2,O)$] $Ca^8(PO^4)^6$: d'après les analyses de M. Ad. Carnot, il peut aussi exister de l'anhydride carbonique, remplaçant du fluor.

Certaines apatites contiennent une petite quantité d'oxyde manganeux ; elles sont généralement de coloration bleue. D'autres fournissent le spectre d'absorption du didyme et renferment en outre du cérium et du lanthane ; dans quelques-unes de ces dernières, ces terres rares sont dues à l'existence des inclusions de monazite (*cryptolite*).

Analyse de l'apatite de Montebras par A. Carnot (*A.M.*XIV. 214. 1896).

	a[1]	*b*[1]	c
P^2O^5......	42,3	41,0	39,60
F.........	3,8	»	3,23
Cl.........	»	6,8	tr.
CaO......	55,5	53,8	50,45
MnO......	»	»	1,22
Fe^2O^3.....	»	»	0,20
Quartz....	»	»	6,35
	101,6	101,6	101,05

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond difficilement sur les bords en colorant la flamme en jaune rouge ; si le minéral a été humecté au préalable par de l'acide sulfurique, la flamme est colorée en vert bleuâtre.

Les types chlorés fondus avec le sel de phosphore et du cuivre

		a	*b*
1. Correspondant à :	$Ca^3P^2O^8$......	92,25	89,40
	CaF^2.........	7,75	»
	$CaCl^2$........	»	10,60
		100,00	100,00

colorent la flamme en bleu (chlorure de cuivre). Les types fluorés fondus avec le sel de phosphore dans le tube ouvert dégagent du fluor.

Soluble dans l'acide azotique. La solution précipite en jaune par le molybdate d'ammoniaque et donne du gypse par addition d'acide sulfurique.

Phosphorescence. Certaines variétés deviennent phosphorescentes après avoir été chauffées.

Altérations. L'apatite est souvent corrodée dans les roches éruptives, mais elle présente rarement des altérations en dehors de l'oxydation de ses inclusions ferrugineuses qui vient d'être signalée. Les types décrits comme contenant H^2O et CO^2 en quantité supérieure à celle prévue par les formules données plus haut et considérés par quelques auteurs comme ayant subi un commencement de décomposition sont des composés bien définis (voir *Combinaisons de phosphates et de carbonates*).

Diagnostic. La forme, les propriétés optiques et les réactions de la solution azotique de l'apatite ne permettent de la confondre avec aucun autre minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'apatite est un élément microscopique, automorphe, de presque toutes les roches éruptives ou métamorphiques ; elle est la source principale et souvent exclusive de l'anhydride phosphorique que décèlent les analyses chimiques des roches. Par contre, elle ne se trouve en éléments macroscopiques que dans un nombre limité de gisements et ce sont ceux-là seulement dont je m'occuperai. Je la considérerai successivement :

1° dans les roches éruptives,

2° dans les roches métamorphisées par les roches éruptives,

3° dans les filons métallifères,

4° dans les schistes cristallins [1].

Il n'existe pas en France de gisements drusiques d'apatite dans les fentes de roches diverses (granites ou schistes cristallins) du genre de ceux qui, dans le massif du Saint-Gothard par exemple, fournissent de si beaux cristaux.

1. Voir au paragraphe Combinaisons de phosphates et de carbonates pour les *phosphorites* et pour les soi-disant apatites des terrains sédimentaires.

1° *Dans les roches éruptives.*

a) *Dans les pegmatites et les aplites.*

L'apatite est fréquente dans les pegmatites et les aplites, où elle forme parfois des cristaux de grande taille, souvent pris par les anciens auteurs pour du béryl. Ces cristaux de formation magmatique engagés dans le feldspath ou le quartz, sont toujours très allongés suivant l'axe vertical et généralement réduits aux formes *m p*, *m* b^1 ou *p m* b^1 ; ils sont souvent associés d'une façon intime à la tourmaline, à la biotite.

Les cavités miarolitiques et les géodes des pegmatites renferment aussi l'apatite comme minéral drusique qui, à l'inverse des précédents, est de formation pneumatolitique ; ses cristaux sont alors remarquablement brillants et nets, variés de formes, rarement aussi allongés que dans les conditions précédentes, souvent raccourcis suivant l'axe vertical ou même aplatis suivant la base et riches en faces. Ils se sont d'ordinaire produits à la fin de la cristallisation des feldspaths sur lesquels ils sont implantés, avec quartz, etc.

Je considérerai successivement l'apatite dans ces deux conditions de gisement.

α. Comme élément normal.

Bretagne. — *Morbihan*. On rencontre l'apatite en cristaux verts dans le granite à muscovite de Plumeliau, de Saint-Alouestre, du Mont Foulon près Saint-Nicolas-du-Tertre.

Loire-Inférieure. Dans l'aplite et la pegmatite d'Orvault.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Dans la pegmatite du pic du Midi de Bigorre (*B. S. M.* X. 314. 1887).

Haute-Garonne. L'apatite a été signalée en petits cristaux verdâtres dans les pegmatites des environs de Luchon.

Ariège. L'apatite est parfois très abondante dans les gisements de tourmaline de l'Ariège (voir tome I) et notamment dans ceux du massif du Saint-Barthélemy (col de Girabal en particulier) : elle n'y forme que de très petits prismes blanchâtres, englobés dans la tourmaline, les feldspaths ou le quartz.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Parmi les pegmatites riches en apatite de cette région, il y a lieu de citer spécialement celles de Saint-Privat d'Allier ; la collection du Muséum possède un échantillon

de cette localité exclusivement constitué par des prismes hexagonaux jaune verdâtre d'apatite, mélangés à des lames de muscovite. Ce minéral se trouve aussi (Gonnard. *B.S.M.* VII. 65, 1884) en cristaux de 1 cm., associés à de la tourmaline, dans les pegmatites de la Chaise-Dieu.

Haute-Vienne. L'apatite n'est pas rare dans les pegmatites du Limousin ; elle se présente parfois en cristaux distincts, blanchâtres, verts ou bleutés (*pm*) à la Ferme de Biards en Glandon, dans des masses de mica (muscovite et biotite) à la Vilate en Chanteloube (avec spessartine, wolfram, mispickel), à la Chèze en Ambazac (dans lépidolite), au Pont-du-Barost (dans béryl), etc., mais le plus souvent elle constitue dans l'orthose des masses fendillées, informes, verdâtres ou blanches.

Au Mazataud et à Avent en Bessines, elle est plus abondante que dans les gisements précédents (avec béryl, cassitérite, columbite) ; à Chabanne en Saint-Sylvestre (avec triplite, columbite, etc.), elle forme dans la pegmatite des cristaux hexagonaux (*pm*) ou des masses constituées par un seul individu cristallin atteignant parfois plus d'un kilogramme ; cette apatite est d'un vert-asperge ou d'un gris verdâtre ; elle est souvent fendillée et fragile.

Mais le gisement le plus remarquable du Limousin est la Vauzelle en Compreignac ; l'apatite, d'un vert-asperge ou d'un vert grisâtre, y forme des cristaux nets (*p m*, avec ou sans b^1) atteignant plus de 5 cm. de diamètre sur plus du double de hauteur. La pegmatite de ce gisement est aussi remarquable par les énormes cristaux de quartz enfumé qu'elle renferme ; à signaler encore, dans la même commune, les carrières de Chatenet et de Venachat.

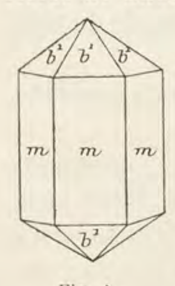


Fig. 1.
Apatite. Forme commune.

Puy-de-Dôme. Parmi les pegmatites de cette région, riches en cristaux d'apatite, il y a lieu de citer celles d'Authezat-la-Sauvetat, de la Grande-Côte près de Chadrat (Gonnard, *B.S.M.* V. 270. 1882), de Roure près Pontgibaud (avec tourmaline). Des fragments de quartz de pegmatite, renfermant de jolis cristaux rubéfiés d'apatite ($m\ b^1$) (fig. 1), se trouvent à l'état d'enclaves dans les scories basaltiques, notamment au Chuquet-Genestoux, sur le bord de la route du Puy-de-Dôme (Gonnard, *C. R.* CXXVI. 1532. 1898).

Rhône. L'apatite est très abondante dans les pegmatites du Lyonnais, où elle a été jadis confondue avec le béryl. M. Gonnard l'a

notamment citée (*B. S. M.* IV. 138. 1881 et V. 327. 1882) à Lyon, à Beaunan, à Irigny, à Chaponost, etc. en cristaux de quelques millimètres, souvent associés à la tourmaline.

Le même minéral est particulièrement abondant dans la vaugnérite de Vaugneray.

Saône-et-Loire. M. Michel-Lévy a signalé (*B. S.* M. V. 132. 1882), au-dessus du hameau de Lativelet, sur la route de Mesvre à Autun, un accident minéralogique de la pegmatite ; il s'agit d'une roche essentiellement composée de biotite, avec une grande quantité d'apatite verdâtre et de zircon microscopique, déterminant dans le mica des auréoles pléochroïques intenses. L'apatite se rencontre aussi dans les pegmatites des Riaux en Saint-Symphorien-de-Marmagne.

Côte-d'Ivoire. — Prismes verdâtres dans le granite à muscovite de nombreux points de cette colonie, dont le sol n'est constitué que par des roches granitiques et gneissiques.

Madagascar. — De gros cristaux (*pm*) d'apatite verdâtre de plusieurs centimètres se trouvent dans le quartz et les feldspaths des pegmatites de la région du mont Bity (notamment à Maharitra dans la vallée de la Sahatany), avec tourmaline lithique (voir au supplément à l'article *tourmaline*), grossulaire, etc. ; par leur forme et leur aspect général, ils rappellent ceux du Limousin.

β. Comme minéral drusique.

Normandie. — *Orne.* J'ai observé de fort jolis cristaux d'apatite dans les géodes des pegmatites de Pont-Percé, près Alençon. Ils sont d'ordinaire plus ou moins aplatis suivant la base et atteignent 1 cm. de plus grande dimension ; ils sont d'un bleu foncé, ou violacés, comme certains cristaux de Schlaggenwald, et présentent souvent ces deux couleurs réunies. Ils sont implantés sur des cristaux d'orthose ou de quartz enfumé ; parfois ils les moulent. Les formes sont les suivantes : p (0001), m (10$\bar{1}$0), b^1 (10$\bar{1}$1), b^2 (10$\bar{1}$2), a^2 (11$\bar{2}$2) avec souvent de petites facettes a^1 (11$\bar{2}$1) et $b^{1/2}$ (20$\bar{2}$1) ; le type le plus fréquent se rapporte à celui de la figure 2.

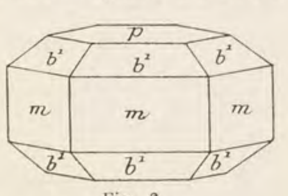


Fig. 2.
Apatite. Forme commune.

Bretagne. — *Morbihan*. Les pegmatites des environs de Pontivy renferment des cristaux d'apatite, dont les formes dominantes sont m et p, avec petites facettes h^1 $(11\bar{2}0)$, b^2 $(10\bar{1}2)$ et a^1 $(11\bar{2}1)$. La coloration est assez irrégulière, le centre des cristaux étant quelquefois bleu et la périphérie incolore. Ils rappellent beaucoup ceux d'Alençon.

M. Gaubert a signalé (*B.S.M.* XXV. 359. 1902) de jolis cristaux d'apatite d'un bleu de lin, tapissant les fentes de l'aplite de Priziac; ils ont 1 cm. de largeur sur 0 cm. 5 de diamètre. Leurs formes sont les mêmes que dans le gisement précédent, mais l'allongement est plus marqué.

De jolis cristaux blancs (pm) accompagnent le quartz dans les druses de l'aplite de Kerboulard en Saint-Nolff.

Loire-Inférieure. L'apatite en fort beaux cristaux est l'un des minéraux les plus fréquents des druses des aplites et des granites à muscovite de Nantes et de ses environs immédiats. Nous avons jadis donné, M. Baret et moi (*B. S. M.* XII. 529. 1889), la description d'un grand nombre d'échantillons, provenant pour la plupart des carrières de Barbin à Nantes, et, depuis lors, j'en ai observé de nouveaux, grâce à l'obligeance de mon ami.

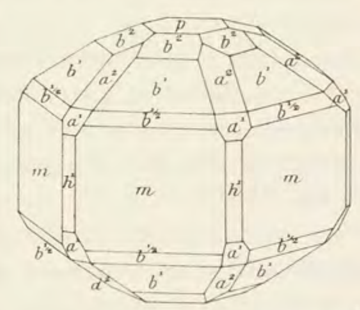
Ces cristaux, qui peuvent atteindre 1 cm. 8 de plus grande dimension, mais qui n'ont souvent que quelques millimètres, sont très variés de couleur : incolores, jaunâtres, vert gris, bleus de lin, violets, améthyste. Les formes suivantes ont été observées p, m, h^1, a^1, $a^{1/2}$ $(22\bar{4}1)$, b^1 $(10\bar{1}1)$, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$ et très rarement $1/2\ a_2$ $[\pi\ (21\bar{3}1)]$ et peut-être $1/2\ \delta$ $[\pi\ (31\bar{4}2)]$ fournissant un grand nombre de combinaisons, qui peuvent être rapportées aux trois types suivants.

1° Cristaux ne présentant souvent que p et m, très allongés suivant l'axe c, très cannelés dans la zone verticale et parfois groupés à axes parallèles. Ce type est surtout réalisé par des cristaux incolores, jaunâtres, verdâtres, implantés sur l'aplite, avec quartz, albite, bertrandite, pyrite cubique. D'autres fois, ils sont d'un bleu de lin et seulement associés à du quartz un peu enfumé. Il faut citer aussi des cristaux raccourcis suivant c, d'une belle couleur violette, implantés sur du quartz.

2° Cristaux allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical, caractérisés par l'association à p et m de b^1 ou de b^2 et souvent de ces deux pyramides réunies et associées à $b^{1/2}$. La combinaison $pm\ b^1$ est réalisée dans des cristaux jaunes et opaques et dans d'autres verts, bleus ou violets et transparents. Enfin, toutes les formes énumérées

plus haut sont parfois réunies dans de beaux cristaux de ce type d'un magnifique violet ou d'un bleu de lin très éclatant. Les différentes faces des pyramides sont souvent très inégalement développées, et l'aspect des cristaux est modifié suivant que p est plus ou moins large (fig. 3 et 4).

C'est à cette apatite violette qu'est associé l'or natif dans l'échantillon provenant de la route de Rennes, que j'ai décrit page 420 du tome II.



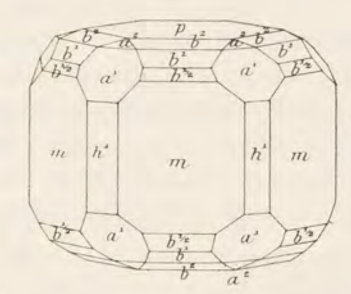


Fig. 3 et 4.
Apatite de Barbin.

3° La combinaison pb^2 (fig. 5), avec parfois traces de m, forme de petits cristaux lenticulaires bleuâtres ou jaunâtres, qui sont peu fréquents.

Fig. 5.
Apatite de Barbin.

Une macle cruciforme suivant a^1 a été trouvée sur un seul échantillon; des groupements avec pénétration incomplète sont surtout fréquents dans les cristaux raccourcis et dans ceux dont les faces b^1 sont très développées.

L'apatite est en général de formation postérieure au quartz et à la pyrite; il en existe parfois de deux générations ; il n'est pas rare de trouver de petits cristaux d'apatite embrochés sur un cristal de quartz ou reposant sur de la pyrite ; par contre, la bertrandite est d'ordinaire postérieure à l'apatite.

Des cristaux de forme analogue à ceux de Barbin, mais moins beaux, accompagnent la bertrandite à Petit-Port (carrière de Bethléem); ils sont verdâtres ou blancs. A la carrière du champ de manœuvres de Nantes, les cristaux du type I sont quelquefois englobés dans des cristaux de quartz incolore.

M. Baret a signalé encore (*op. cit.* 86. 1898) de jolis cristaux violets, verdâtres ou blancs d'apatite à la Mercerie, près le Pont de la Verrière, en la Chapelle-sur-Erdre (avec bertrandite); à Clis, près Guérande (*pm*); à Batz (cristaux de 1 cm.) aplatis suivant *p*, blancs ou verts, renfermant des inclusions de tourmaline aciculaire. Ils se trouvent tous dans des géodes de pegmatite avec cristaux de quartz, de feldspaths, etc.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsandaux a rencontré d'assez gros cristaux d'apatite fluorifère violette au milieu de pseudomorphoses d'orthose en un mélange de muscovite, de quartz et d'albite dans le filon de pegmatite à lépidolite et rubellite du Clap près de Castelnau-de-Brassac (*B. S. M.* XXIV. 430. 1901).

Loire. J'ai montré (T. II, p. 18) que les cristaux décrits par de Bournon comme émeraude de Montbrison sont constitués par de petits cristaux verts (pmb^1), souvent fistuleux d'apatite; ils sont implantés sur le microcline, qui tapisse les fentes des pegmatites des bords du Vizézy.

b) *Dans les roches basiques.*

L'apatite est généralement très abondante comme élément magmatique ancien dans les roches grenues basiques, mais elle ne s'y trouve jamais en beaux cristaux, aussi ne mérite-t-elle guère de mention spéciale. Il arrive cependant dans les gabbros et les diabases qu'elle devient macroscopique ; tel est le cas du gabbro du Pallet (*Loire-Inférieure*), dont les variétés à grands éléments montrent parfois des prismes hexagonaux (*p m*) d'apatite de plusieurs millimètres, englobés dans le diallage. Une roche se fait remarquer par sa richesse en apatite.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'apatite est, avec le sphène, l'un des éléments importants de la roche d'Avézac-Prat, que j'ai appelée *avézacite* (*C. R. Congrès géol. intern.*, 1900. 826) et qui offre une grande analogie de composition avec les nodules à hornblende des tufs basaltiques : cette roche a subi des actions mécaniques puissantes et les grandes plages d'apatite y présentent, comme celles des autres éléments, la structure en mortier.

c) *Dans les roches volcaniques.*

L'apatite d'origine magmatique des roches volcaniques [1] et particulièrement celle des andésites et des trachytes est microscopique ; sauf exception, ses cristaux ne dépassent guère quelques dixièmes de millimètre ; ils présentent toujours un très grand allongement suivant l'axe vertical ; des inclusions filiformes, probablement constituées par de la magnétite, régulièrement distribuées et orientées suivant l'axe vertical, sont extrêmement fréquentes. Elles donnent au minéral, lorsqu'on l'examine au microscope, une teinte bleuâtre ; le fait est fréquent dans les roches du *Mont-Dore*, du *Cantal*, etc. Lorsque la roche est oxydée, les inclusions se transforment en hématite ; l'apatite présente alors un pseudopolychroïsme ; telle est l'explication du cas signalé par M. Termier (*B. S. M.* XXIII. 48. 1900) dans l'andésite ancienne de Guillestre (*Hautes-Alpes*).

La néphélinite doléritique du Puy de Barneire (Saint-Sandoux) (*Puy-de-Dôme*) est remarquablement riche en longues aiguilles d'apatite, visibles à l'œil nu.

d) *Dans les enclaves homœogènes des roches volcaniques.*

α) Trachytes.

Dans ces enclaves, les cristaux d'apatite sont drusiques et dus à des actions pneumatolitiques.

Plateau Central. — *Cantal.* Les cavités des sanidinites renferment fréquemment des cristaux drusiques d'apatite ; ils n'ont guère que 2 mm. de plus grande dimension; ils sont incolores et parfaitement limpides. Les formes sont p, m, avec ou sans b^1. Le gisement de Menet est à signaler particulièrement à cet égard , l'apatite y est accompagnée de cristaux, également filiformes, de sphène et de zircon.

Puy-de-Dôme. J'ai rencontré d'innombrables petites aiguilles d'apatite rouge, atteignant 2 mm. dans les cavités d'enclaves homœogènes

1. Dans le premier appendice à son *System of Mineralogy* (1899, p. 5), M. Edw. S. Dana a indiqué, d'après M. Washington, une macle suivant a^1 $(11\bar{2}1)$ dans l'apatite de l'andésite du Mont Stavro (*Algérie*) ; cette citation est déformée par une erreur d'impression, le mémoire en question (*J. of. Geol.* III. 25. 1895) est, en effet, consacré à l'île d'Egine.

gabbroïques, en parties fondues, du trachyte du Puy du Barbier, près du Mont-Dore; elles sont associées à des cristaux d'hypersthène.

β) Basaltes.

L'apatite est très fréquente dans les nodules à hornblende et augite ou dans les fragments de cristaux de hornblende, d'augite, de titanomagnétite, qui sont si abondants au milieu des produits de projection basaltiques ; à l'inverse de ce qui a lieu dans le cas précédent, elle est d'origine magmatique. Elle s'y présente en cristaux allongés suivant l'axe vertical, réduits aux formes *m* avec *p* ou b^1 ; ils peuvent atteindre 1 cm. 5 de longueur ; ils sont transparents ou translucides, parfois rouges, grâce à des infiltrations ferrugineuses. Voici quelques gisements typiques, dont la liste pourrait être augmentée.

Corbières. — *Hérault*. Agde et près de Montpellier (Redannelle).

Plateau Central. — *Ardèche*. Rochesauve et les tufs des Coirons en général.

Haute-Loire. Le Croustet, la Denise près le Puy, Tareyre, le Coupet, Sainte-Anne, Bilhac, Sainzelle, Saint-Jean-de-Nay, etc.

Cantal. Thiézac, Suc de Védrine, etc.

Puy-de-Dôme. Les pépérites de la Limagne en général. Au Chuquet-Genestoux, près du Puy-de-Dôme, de jolis cristaux ($p\, b^1$) se trouvent englobés dans l'augite. On a vu page 384 que ces scories basaltiques renferment de petites enclaves de quartz, riches aussi en cristaux d'apatite ; c'est là un exemple typique de la variété d'origine, que l'on observe si souvent pour un même minéral trouvé parmi les matériaux des projections volcaniques.

A citer encore : la Banne d'Ordanche, au Mont-Dore ; le Tartaret, les grottes de Rajat près Murols, etc. et enfin tous les conglomérats descendant du Mont-Dore vers l'Est jusqu'à l'Allier (Perrier, etc.).

2° *Dans les sédiments métamorphisés par les roches éruptives.*

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Le calcaire marmoréen de Saint-Béat, métamorphisé par une ophite, présente des taches vertes bordées de violet (fluorine violette), qui renferment de la fuchsite, de la tourmaline chromifère et quelquefois de l'apatite en abondance. Le même minéral se trouve aussi dans le calcaire en cristaux indépendants, prismes hexagonaux à angles arrondis d'un vert foncé, atteignant 4 mm.; ils sont fréquemment accompagnés de pyrite.

3° *Dans les filons stannifères.*

L'apatite est très fréquente dans les filons stannifères. Dans les gisements français, qui vont être étudiés, ce minéral ne se présente pas avec la forme qu'il possède dans les filons stannifères de la Saxe et de la Bohême, c'est-à-dire en cristaux aplatis suivant la base, mais en prismes allongés suivant l'axe vertical.

Bretagne. — *Morbihan.* L'apatite est l'un des minéraux caractéristiques des filons stannifères de la Villeder. Elle y est extrêmement abondante dans le quartz, en cristaux pouvant atteindre 5 centimètres suivant l'axe vertical ; ils sont seuls ou associés à la cassitérite et à la muscovite. Ils se trouvent le plus souvent dans les collections sous le nom de béryl ; ce dernier minéral, qui accompagne d'ailleurs parfois l'apatite, s'en distingue aisément parce qu'il est toujours incolore, alors que l'apatite est généralement bleue et souvent tachetée de blanc ou de jaune.

Les cristaux engagés dans le quartz ne présentent que les formes *m* et *p* ; ils sont fréquemment creux ; la cavité centrale est bordée de facettes prismatiques blanches ou incolores, appartenant généralement à un grand nombre de cristaux orientés sur un hôte unique. Parfois cette cavité centrale est remplie par du quartz.

M. Tronquoy m'a signalé qu'on peut voir encore aujourd'hui en place quelques cristaux de ce minéral dans le quartz du grand filon à découvert dans la tranchée du puits n° 1, mais l'apatite n'est vraiment abondante que plus profondément et au voisinage des épontes du filon. C'est de là que proviennent sans doute des échantillons envoyés de la mine au Muséum en 1846 et dont quelques-uns sont formés presque uniquement par des cristaux d'apatite et un peu de muscovite.

De beaux cristaux ont été trouvés libres dans des géodes de muscovite, d'où il est facile d'isoler des individus à double terminaison ; ce sont eux dont je vais m'occuper.

Ces cristaux, qui peuvent atteindre 3 cm. dans la direction de l'axe *c*, sont à rapporter à deux types ; les plus fréquents, souvent enchevêtrés en plus ou moins grand nombre, implantés sur la muscovite géodique, avec cassitérite en bons cristaux, sont très allongés, cannelés et souvent réduits à *p*, *m*, h^1 ; les pyramides, quand elles

existent, ne constituent que de très étroites facettes. Ils sont d'un bleu clair, généralement opaques ou simplement translucides, parfois fistuleux et creux ; les clivages basiques sont faciles. Ces cristaux sont quelquefois recouverts d'une croûte de cacoxénite.

Un second type est constitué par des cristaux d'un bleu plus ou moins foncé, généralement transparents, que je ne connais qu'à l'état isolé. Ils sont souvent recouverts d'une croûte blanche, englobant de

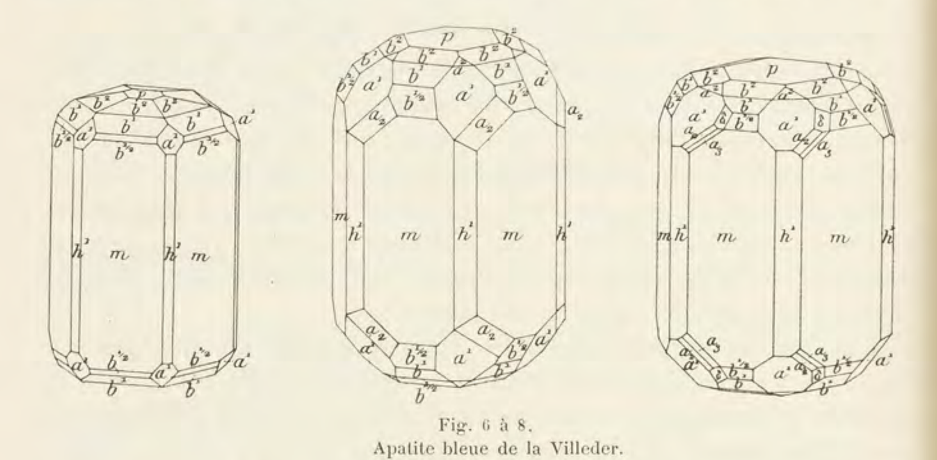


Fig. 6 à 8.
Apatite bleue de la Villeder.

petits cristaux de pyrite, croûte facile à détacher. Par leur couleur et l'arrondissement fréquent des faces de leur sommet, ils se distinguent aisément des cristaux de béryl riches en faces du même gisement.

Ils sont toujours riches en formes communes : p, m, h^1, b^2, b^1, $b^{1/2}$ (subordonné), a^2, a^1, avec presque toujours l'hémipyramide $1/2\ a_2$ $[\pi\ (21\bar{3}1)]$, souvent $1/2\ a_3 [\pi\ (31\bar{4}1)]$ et quelquefois $1/2\ \delta\ [\pi\ (31\bar{4}2)]$; les figures 6 à 8 représentent ces cristaux avec la régularité théorique de leurs formes, mais en réalité celles-ci offrent de très grandes irrégularités dans leur développement. La figure 9 est la projection sur la base de toutes les formes que j'ai observées dans ce gisement.

J'ai étudié un curieux cristal, malheureusement incomplet, qui offre un remarquable hémimorphisme par rapport à l'axe vertical ; il mesure 5 mm. Sa couleur est le bleu foncé ; le prisme m domine, avec h^1 subordonné ; l'un de ses sommets, qui est complet, est constitué par a^1 $(11\bar{2}1)$, avec une petite face p (0001), l'autre extrémité, qui est brisée, ne présente que deux faces $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$, (fig. 10).

Notons en terminant qu'il résulte de l'étude pétrographique du granite à muscovite au voisinage des filons, à laquelle se livre

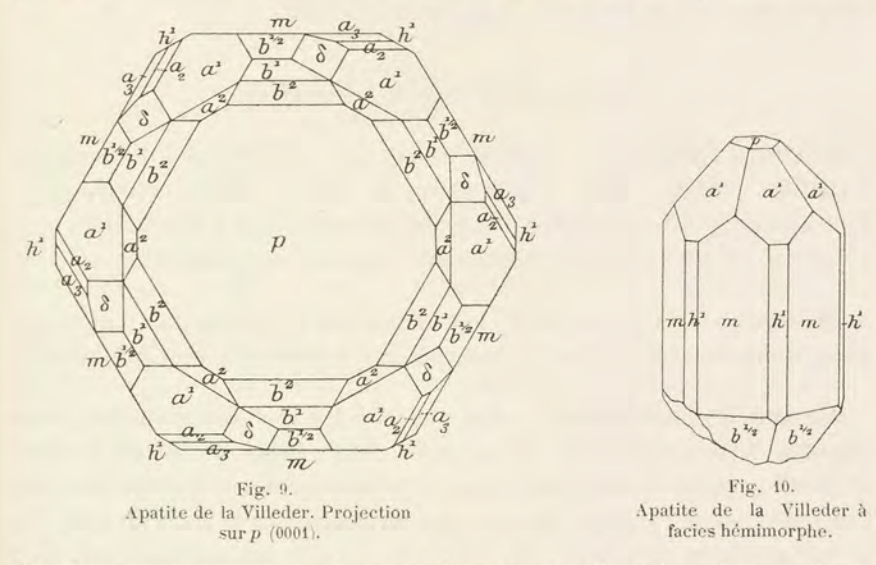


Fig. 9.
Apatite de la Villeder. Projection sur p (0001).

Fig. 10.
Apatite de la Villeder à facies hémimorphe.

M. Tronquoy, que ces roches sont imprégnées d'apatite microscopique, produite par voie d'émanation.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Des cristaux d'apatite (p m) accompagnent la cassitérite de Vaulry.

Creuse. L'apatite manganésifère d'un bleu foncé est très abondante dans les filons stannifères de Montebras (analyse c). Elle se présente en cristaux simples de forme : p m dans le quartz (1 cm.) et aussi en cristaux plus petits, mais plus compliqués, dans une gangue formée par de la muscovite jaune, compacte ou écailleuse, d'où il est facile de les extraire. Cette gangue est souvent creusée de cavités que tapissent des croûtes fibrolamellaires de muscovite recouvrant les cristaux d'apatite. Ceux-ci n'ont que les faces m brillantes ; elles sont accompagnées de a^1 (dominant), p, avec quelquefois de petites facettes 1/2 a_2, $b^{1/2}$, h^1, b^1 ; toutes sont corrodées et plus ou moins ternes. Suivant les cristaux d'un même échantillon, il y a allongement suivant l'axe vertical, ou faible développement des faces prismatiques. En moyenne, ces cristaux se rapportent au type de la figure 10, mais sans hémimorphisme et sont comparables à ceux de la fig. 2 de la vanadinite.

J'ai observé aussi de petites lames hexagonales d'apatite de 1 mm.

de diamètre, aplaties suivant la base, et souvent réduites à un moule creux à parois minces ; elles recouvrent des cristaux de quartz d'un blanc laiteux et paraissent d'origine secondaire.

4° Dans les schistes cristallins.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. J'ai observé de jolis cristaux d'apatite verdâtre dans des rognons de sillimanite des environs de Pontgibaud (petite carrière à droite de la route allant à Clermont).

Cantal. Vallée de l'Allagnon, dans le gneiss amphibolique.

Maures. — *Var*. L'apatite est abondante et quelquefois macroscopique dans la roche à fayalite, magnétite, et grünérite de Collobrières.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai observé des cristaux d'apatite jaune dans un chloritoschiste de Galarino et de la route de Parari (région du Nord), essentiellement constitué par du clinochlore ; ils présentent les faces *p* et *m*. A l'inverse de ceux qui entrent dans la constitution des roches étudiées plus haut, ils sont très aplatis suivant la base ; très fragiles, ils atteignent 1 cm. de plus grande dimension ; ils sont associés à de gros octaèdres de magnétite.

Madagascar. — De petits cristaux à angles arrondis, parfois bleuâtres ou verdâtres, se trouvent dans les cipolins de toute l'île.

PYROMORPHITE

$(PbCl)Pb^4(PO^4)^3$

Hexagonale : parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 736,20. \quad D = 866,025 \quad d = 500.$

$[a : c = 1 : 0,7362$ (Haidinger)$]$

Formes observées. p (0001) ; b^1 (10$\bar{1}$1), $b^{14/15}$ (15.0.$\bar{15}$.14), $b^{1/2}$ (20$\bar{2}$1), $b^{1/9}$ (90$\bar{9}$1), $b^{1/8}$ (80$\bar{8}$1) ; a^1 (11$\bar{2}$1).

J'ai mesuré les angles ci-contre sur des cristaux de la Nouvelle-Calédonie.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	120°		$pb^{1/8}$	98°21′	
mh^1	150°		$mb^{1/8}$	171°39′	
$*pa^1$	124°11′	124°15′	$pb^{1/9}$	97°28′	97°51′
$a^1\ a^1$ s.p.	68°22′		$mb^{1/9}$	172°32′	
ph^1	90°		ma^1	135°46′	
pb^1	139°38′		mb^1 s. a^1	108°54′	
mb^1	130°22′		$a^1\ a^1$ adj.	131° 8′	
$pb^{14/15}$	137°41′	137°32′	$b^1\ b^1$ adj.	142°12′	
$mb^{14/15}$	132°19′		$b^{14/15}\ b^{14/15}$	140°39′	
$pb^{1/2}$	120°28′		$b^{1/2}\ b^{1/2}$	128°56′	
$mb^{1/2}$	149°32′		$b^{1/8}\ b^{1/8}$	120°42′	
$b^{1/2}\ b^{1/2}$ s.p.	60°56′	61°	$b^{1/9}\ b^{1/9}$	120°32′	

Facies des cristaux. Les cristaux de pyromorphite sont généralement allongés suivant l'axe vertical, plus rarement les faces prismatiques sont réduites ou absentes. Les faces *m* sont striées horizontalement, les faces *p* sont souvent rugueuses ou concaves. Les cristaux ont une tendance à se grouper en grand nombre à axes parallèles pour former de gros individus, souvent continus en apparence sur de grandes surfaces.

La pyromorphite se présente aussi sous formes d'aiguilles très allongées, sans terminaisons géométriquement distinctes ; elles se réunissent en grand nombre pour former des surfaces dont l'aspect est celui de la mousse.

On trouve fréquemment encore la pyromorphite en cristaux groupés en forme de barillets (surtout dans les variétés arsénifères), en masses globulaires, concrétionnées, réniformes et stalactiformes. Plus rarement, elle constitue des masses compactes ou finement grenues.

Clivages. Traces de clivages suivant b^1 $(10\bar{1}1)$ et suivant *m* $(10\bar{1}0)$.

Dureté. 3,5 à 4. Fragile.

Densité. 7,5 à 7,1. Cette densité s'abaisse encore jusqu'à 5,9 dans les variétés calciques (*polysphérite*) et même à 5,042 dans la *nuissiérite.*

Coloration et éclat. La couleur est des plus variées. Le minéral est rarement incolore ou blanc; le plus généralement, il est vert, jaune ou jaunâtre de diverses nuances, parfois jaune orangé. Poussière blanche ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$), dans les types dépourvus d'arsenic : devient biaxe quand l'arsenic apparaît.

M. Bowmann a mesuré les indices suivants (raie D) dans la pyromorphite de Braubach.

$$n_g = 2{,}0614$$
$$n_p = 2{,}0494$$
$$n_g - n_p = 0{,}0120$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est parfois nul ; quand il existe, il est faible, avec $n_g > n_p$:

n_g = incolore à vert.
n_p = jaune à jaune verdâtre.

Groupements réguliers avec d'autres minéraux. — La pyromorphite se groupe à axes parallèles avec la mimétite, formant souvent des assemblages réguliers, dans lesquels elle est entourée par ce minéral, dont elle se distingue par son uniaxie (fig. 1, page 406).

Composition chimique. — La formule $(PbCl)Pb^4(PO^4)^3$ ou $3Pb^3P^2O^8, PbCl^2$ correspond à la composition *a*. Le phosphore peut être partiellement remplacé par de l'arsenic, conduisant ainsi à la *campylite*, dans laquelle l'arsenic l'emporte sur le phosphore (voir page 407).

Quelques pyromorphites renferment une petite quantité de vanadium ; une proportion plus ou moins grande de plomb peut être remplacée par du calcium (*polysphérite*) : dans la *nuissiérite*, la teneur en calcium est plus grande encore et en même temps, la proportion de l'arsenic est notable. Enfin, il existe souvent une petite quantité de fer, à laquelle est généralement due la coloration du minéral.

Analyses de la pyromorphite : *b*) de Poullaouen par Kersten (*Schweiger J.* II. 17. 1831).

c) de Huelgoat par Rivot (*Docimasie.* IV. 737. 1866).

d) de la pyromorphite verte de Chenelette par Berthier (*A. M.* VII. 152. 1822).

e) de la *nuissiérite* de la Nuissière par Barruel (*A. C. P.* LXII. 217. 1836), déduction faite de 7, 2 °/₀ de quartz.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
P^2O^5...	15,7	15,71	18.10	16,93	21,1
As^2O^5..	»	»	»		4,7
PbO...	82,2	82,30	77,87	79,44	56,4
CaO...	»	»	1,25	»	13,2
FeO...	»	»	0,15	1,82	2,5
Cl.....	2,6	1,99	2,43	1,81	2,1
	100,5	100,00	101,00[1]	100,00	100,0

1. Y compris $CaF^2 = 1{,}20$.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 378.

Altérations. On connaît des pseudomorphoses de pyromorphite en calcite, en calamine, en limonite, mais surtout en cérusite et en galène. Les pseudomorphoses de ce genre ont été trouvées en abondance à Huelgoat et à Pontgibaud ; elles seront étudiées plus loin, de même que celles en plumbogummite.

Inversement, la pyromorphite constitue des pseudomorphoses de galène et de cérusite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pyromorphite est, avec la cérusite, le minéral secondaire le plus fréquent des gîtes plombifères. Elle se rencontre notamment en grande quantité au chapeau de fer des filons plombifères et surtout de ceux à gangue quartzeuse ; quelques-uns d'entre eux en ont fourni une énorme quantité. Tous les gisements de galène, dont il a été question dans le tome II, en renferment plus ou moins à leurs affleurements, aussi ne citerai-je que ceux dont j'ai étudié les échantillons et qui se recommandent par quelque particularité spéciale.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Jolis cristaux verts au Hinglé.



Fig. 1.
Pyromorphite de Huelgoat.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Finistère. Les anciennes mines de Huelgoat et de Poullaouen ont été d'une richesse extraordinaire en pyromorphite brune. La collection

du Muséum en possède un grand nombre d'échantillons, dont beaucoup proviennent de la collection de Gillet de Laumont qui, en 1786, a signalé pour la première fois ce minéral en Bretagne et a démontré quelle était sa nature (*J. P.* XXVIII. 379. 1786).

Ce minéral se présente sous des formes variées. On a rencontré des groupes de gros prismes hexagonaux (fig. 1) $p\ m\ h^1$, avec très rare-

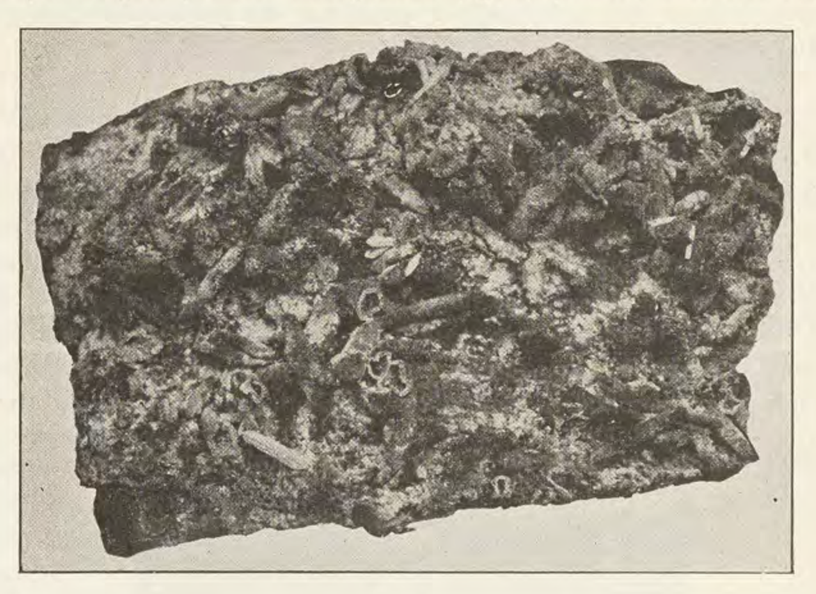


Fig. 2.
Périmorphoses de cérusite en pyromorphite. Huelgoat.
(*Photographie grandeur naturelle*).

ment de petites facettes b^1 (généralement incomplètes), d'un brun un peu violacé, quelquefois enfumés et translucides, souvent zonés de couleurs différentes ; ils atteignent jusqu'à 8 cm. de longueur. Parfois, ces cristaux se groupent à axes plus ou moins parallèles, s'enchevêtrent ou forment des masses bacillaires ; les formes nettes, qui çà et là apparaissent dans les intervalles miarolitiques, sont souvent couvertes par une chemise de quartz. Ces périmorphoses sont rarement complètes : dans d'autres cas, les cristaux sont recouverts d'une croûte superficielle de pyromorphite concrétionnée, qui en arrondit les angles. Un autre type est constitué par des cristaux aciculaires bruns, de quelques millimètres de longueur, couvrant de larges surfaces d'un quartz blanc, finement grenu, qui, au voisinage des cavités recouvertes de pyromorphite, est souvent mélangé de galène et de blende.

La pyromorphite forme aussi des mamelons, des concrétions botroydes, dont la couleur varie du jaune clair au brun foncé ; elle recouvre une roche analogue à la précédente ou une brèche formée de fragments de quartz ou de galène. Tandis que les variétés précédentes ne sont généralement accompagnées d'aucun autre minéral plombifère, cette pyromorphite mamelonnée est souvent contemporaine de cristaux de cérusite ; elle les englobe ou les supporte. Parfois aussi elle constitue des périmorphoses de ce minéral, qui sont réduites à des tubes creux (fig. 2), lorsque la cérusite a disparu ; ces périmorphoses sont çà et là recouvertes par une nouvelle génération de cérusite ; quand ce minéral est ainsi associé à la pyromorphite, il est constitué par des macles polysynthétiques du type II, très allongées suivant *c*.

Lorsqu'on casse les croûtes épaisses de cette pyromorphite concrétionnée, on y trouve des vides, que remplit une variété coralloïde de pyromorphite, de couleur jaune brunâtre clair ; celle-ci constitue aussi de volumineux groupes de petits cristaux ou des stalactites souvent très élégantes ; ce sont ces variétés qui présentent les transformations progressives en *plumbogummite*, décrites au paragraphe consacré à cette espèce, et dont l'existence est annoncée par un changement de couleur (coloration jaune pâle) ; c'est sur cette varitété que j'ai observé des enduits de *rosiérésite*.

Une dernière variété forme des concrétions d'un jaune ambré à fibres serrées, quelquefois translucides, présentant souvent la forme de champignons ; elles sont de formation postérieure à toutes les autres et sont fréquemment implantées sur les pseudomorphoses de pyromorphite en sulfures.

Ces pseudomorphoses ont été abondantes, aussi bien à Huelgoat qu'à Poullaouen ; elles ont été pour la première fois décrites par Haüy (*op.cit.* III. 497. 1801 et III. 395. 1822) et tout ce qui a été publié depuis lors sur elles par divers auteurs n'est guère que la répétition de cette première description. Les cristaux sont de grande taille (fig. 8, p. 481, t. II), ou constitués par de longues baguettes hexagonales. Dans les échantillons que j'ai étudiés, les gros cristaux sont souvent entièrement transformés en galène grenue, parfois miarolitique et riche en cavités. Les cristaux grêles sont le plus souvent constitués par un mélange de galène et de marcasite très altérable ; ce sont surtout sur eux que sont implantés les champignons de pyromorphite néogène ; je n'ai constaté aucune relation géométrique entre la galène et le minéral

qu'elle épigénise. Un fort bel échantillon de la collection du Muséum, dans lequel la pseudomorphose est incomplète, montre que celle-ci s'y est propagée à partir de la gangue, comme dans les pseudomorphoses de chessylite en malachite de Chessy.

Morbihan. Les recherches de galène de Saint-Maudez, près Baud, et de Kerbourlec en Plumelin ont fourni des cristaux de pyromorphite verte ou brune en prismes hexagonaux fort nets; le même minéral a été trouvé sous la même forme dans la minière de Trédion, où il a été pris pour de la scorodite.

Poitou. — *Charente*. Cristaux jaunes à la mine d'Alloue.

Pyrénées. — *Ariège*. La pyromorphite était peu abondante en cristaux verdâtres à la mine de Laquorre, près Aulus.

Cévennes. — *Gard*. Jolis prismes hexagonaux d'un vert vif à Génolhac.

Plateau Central. — *Tarn*. La mine des Rosières, près Carmaux, a fourni de petits cristaux jaunes de pyromorphite, associés à de la malachite; dans le même gisement a été rencontré un phosphate d'alumine et de plomb décrit plus loin sous le nom de *rosiérésite*.

Haute-Loire. La mine de la Rodde, à Ally, pendant sa courte existence, a fourni de magnifiques prismes hexagonaux basés, blancs ou jaunâtres de pyromorphite; c'est ce minéral que M. Gonnard a désigné (*B. S. M.* XXVIII. 24. 1905) sous le nom de mimétite.

La pyromorphite a été trouvée en petits cristaux d'un jaune verdâtre dans beaucoup de filons quartzeux et barytiques des environs de Brioude : Aurouze près Paulhaguet, Champagnac-le-Vieux, etc.

Puy-de-Dôme. Les mines de la région de Pontgibaud ont fourni de fort beaux échantillons de pyromorphite. A Rosiers, ce sont des cristaux hexagonaux vert d'herbe, quelquefois aciculaires et terminés par des pyramides aiguës; ils sont implantés sur le quartz ou sur le granite et se trouvent sur des échantillons distincts de ceux contenant la campylite

A Roure, la pyromorphite est brune ou d'un jaune paille, en longues aiguilles hexagonales, implantées sur le quartz et la galène octaédrique. Ce gisement a fourni les pseudomorphoses de cérusite en pyromorphite d'un blanc jaunâtre décrites page 713 du tome III.

Enfin, j'ai observé à la mine de Pranal des cristaux allongés, jaunes, de pyromorphite implantés sur un mélange très altérable de marcasite et de pyrite et aussi des masses mamelonnées grises recouvrant du quartz.

Haute-Vienne. Je dois à M. Besnard du Temple la communication d'échantillons de pyromorphite verte et brune provenant de Saint-Paul d'Eyjeaux : ce minéral est implanté sur de la barytine avec de la cérusite.

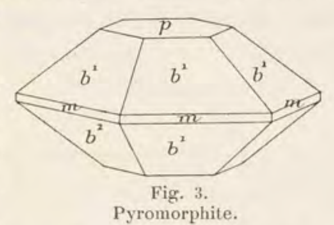


Fig. 3.
Pyromorphite.

Rhône. La pyromorphite est extrêmement abondante au chapeau de fer des filons de galène des environs de Beaujeu que j'ai particulièrement étudiés autrefois : Montchonay en les Ardillats, Monsols, Chenelette (la Douze, la Nuissière), Propières, Longefay près Claveysolles; ces gisements ont fourni des échantillons de galène couverts de jolis prismes hexagonaux vert d'herbe ou vert pistache, mais plus souvent la pyromorphite s'y trouve en cristaux jaune d'or : pm; pmh^1b^1 (fig. 5) ; pmb^1 (cette combinaison est soit allongée, soit (fig. 3) raccourcie suivant l'axe vertical) ou en masses concrétionnées jaune brunâtre ou verdâtre pesant jusqu'à plusieurs kilogrammes et associées à de la cérusite et de la wulfénite. Les cristaux en barillets, un peu arsenicaux, sont aussi fréquents : j'ai également observé de longues aiguilles sans terminaisons déterminables.

C'est à la Nuissière qu'a été trouvée la variété calcifère et arsenicale, dont l'analyse a été donnée plus haut et que Danhauser a appelée *nuissiérite* (in Barruel, *op. cit.*). La nuissiérite ne diffère par aucun caractère des types calciques non mamelonnées de pyromorphite. On trouve dans le même gisement de la plumbogummite.

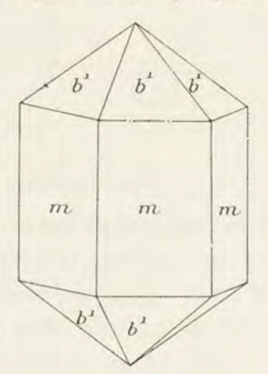
A citer encore le gisement de Chasselay.

Nièvre. Beaux échantillons de pyromorphite dans le filon de la Foraterie, à Arleuf.

Saône-et-Loire. Les filons des Moléras en Saint-Prix-sous-Beuvray, de Saint-Didier près Arroux, ont fourni de la pyromorphite, jaune ou verdâtre, dont les cristaux sont souvent implantés dans les cavités cubiques laissées dans le quartz par la disparition de galène. Cette pyromorphite est recouverte de petits cristaux de wulfénite.

M. Danne a montré (*C. R.* CXL. 241. 1905) que la pyromorphite

de Grury, aux environs d'Issy-l'Évêque, est parfois radifère. On a pu penser tout d'abord que cette propriété était due à une composition chimique particulière de cette pyromorphite, mais une étude plus approfondie a permis de montrer que la radioactivité n'est pas spéciale à ce minéral et n'est pas constante ; les boues résultant du lavage des matériaux extraits de la mine sont radioactives, alors que le quartz ne l'est pas. Cette propriété résulte de l'imbibition du filon par des



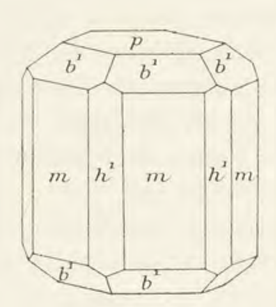


Fig. 4 et 5.
Pyromorphite. Formes communes.

sources radioactives ; il n'est pas inutile de faire remarquer à cet égard que les gisements d'autunite sont fréquents dans les granites de l'Autunois. Ce filon a fait l'objet d'une exploitation éphémère ; une tonne de minerai a permis d'obtenir jusqu'à 1 cg. de bromure de radium. Les cristaux verts ou jaunes atteignent 2 mm. et ne présentent que les formes *p* et *m* (Gaubert, *B. S. M.* XXIX. 56. 1906).

Je dois à M. Lafay la communication de jolis cristaux de pyromorphite jaune ($m\,b^1$), qu'il a recueillis dans les fentes des arkoses triasiques de Chasselas, près Mâcon, renfermant parfois des mouches de galène.

Vosges. — *Vosges.* Les filons de la Croix-aux-Mines ont fourni autrefois de magnifiques cristaux de pyromorphite, qui ont joué un rôle dans l'histoire de cette espèce ; ils ont été cités par Romé-de-l'Isle (*Cristall.* III. 392. 1793), ainsi que ceux de Sainte-Marie-aux-Mines. Ce sont eux qui ont servi à Haüy (*op. cit.* III. 490) pour déterminer la forme primitive de la pyromorphite.

J'en ai étudié plusieurs échantillons provenant de la collection de ces deux savants, ainsi que de celle du docteur Carrière, qui a éga-

lement examiné ce minéral (*Ann. Soc. émul. Vosges*. VII. 1851). Les cristaux, dont il s'agit, sont très variés de couleur, blancs, bruns, jaunes ou verts ; j'ai vu des cristaux d'un beau jaune d'or, dont les sommets ont une couleur superficielle verte. Ils sont parfois remarquables par la netteté de leurs formes et offrent diverses combinaisons : $p\,m$; pmh^1 ; $pmh^1 b^1$ (fig. 5) ; $m\,b^1$ (fig. 4) ; $mh^1 b^1$. Cette dernière combinaison est quelquefois compliquée par l'existence de pyramides très aiguës, conduisant à des cristaux aciculaires qu'il est impossible de déterminer avec précision, parce qu'ils sont toujours groupés à axes parallèles.

La pyromorphite blanche ou brune repose parfois sur un lit de limonite manganésifère recouvrant le quartz. On rencontre aussi des variétés concrétionnées.

Notons en terminant, que de Dietrich a émis une opinion qui paraît contestable, à savoir que la pyromorphite se formait de son temps dans les galeries de la mine.

[*Alsace*]. La pyromorphite a été jadis rencontrée à Sainte-Marie-aux-Mines. Blum a signalé dans ce gisement des pseudomorphoses de galène et de cérusite en pyromorphite et sidérite (*Pseudom*. I. 182. 1843).

Des cristaux jaunes de pyromorphite ont été trouvés aussi dans le filon quartzeux de Steinbach près Thann.

Belfort. D'assez jolis échantillons de pyromorphite verte se rencontrent encore sur les haldes des mines de Giromagny.

Haute-Saône. Cristaux jaunes à Saint-Bresson, près Luxeuil.

Alpes. — *Isère*. Les filons de galène de l'Oisans (Maronne, Brandes, etc.) ont fourni des cristaux de pyromorphite verte ; le même minéral a été rencontré aussi sur la galène à la mine des Chalanches et dans le filon aurifère de la Gardette : dans ce dernier gisement, elle est parfois associée à l'or natif.

A la Poype, près Vienne, la pyromorphite formait des masses concrétionnées brunes.

Algérie. — La pyromorphite a été signalée d'une façon plus ou moins vague dans quelques mines de plomb d'Algérie (voir à *mimétite*) : je n'en ai personnellement étudié qu'un seul échantillon provenant du gisement suivant.

Constantine. Il s'agit d'un échantillon de pyromorphite brune

d'Aïn-Barbar, constituant des masses fibro-bacillaires, recouvertes d'un enduit rouge de cuprite.

Congo. — Les mines de chalcosite de Mindouli ont fourni de magnifiques échantillons de pyromorphite, jaune d'or, que j'ai récemment décrits (*B. S. M.* XXXII. 256. 1908) ; des prismes hexagonaux réguliers, à faces planes ou groupés en barillets, en mamelons, reposent sur des cristaux de dioptase, de malachite, de chessylite ou

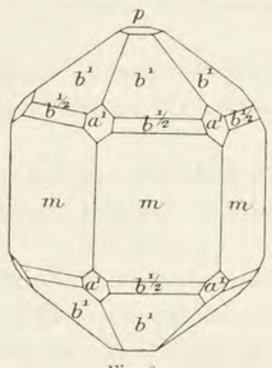


Fig. 6.
Pyromorphite de Mindouli,

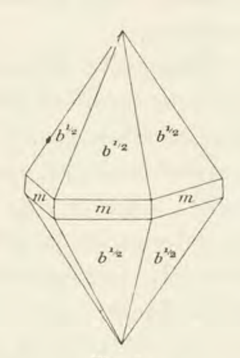


Fig. 7.
Pyromorphite de Tchicoumba.

encore sur du chrysocole. Des cristaux plus nets (p m b^1, avec quelquefois (fig. 6) $b^{1/2}$ et a^1), sont implantés seuls sur un grès ferrugineux. Enfin, tout récemment, M. de Romeu a recueilli dans le même gisement de petits cristaux de pyromorphite, formant des croûtes, qui entourent un gros cristal de cérusite corrodé, reposant lui-même sur la dioptase. Beaucoup plus rarement, la pyromorphite est recouverte de petits mamelons cristallins de libéthénite.

Je dois également à M. de Romeu de jolis cristaux de pyromorphite jaune d'or, essentiellement constitués par la pyramide aiguë $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$ et un prisme très peu développé (fig. 7) ; ils sont associés aux gros cristaux de wulfénite orangée de Tchicoumba dans les fentes d'une roche très ferrugineuse, constituée par un mélange de willémite et de quartz.

Tonkin. — M. Dupouy m'a remis des cristaux de pyromorphite, en prismes hexagonaux nets ou en barillets, blancs ou jaunes très pâles, provenant des affleurements de filons quartzeux contenant

de la galène et de la panabase à Lang-Chea près An-Chau (*Province de Quang Yen*) : ces cristaux tapissent des cavités de la limonite.

Le même minéral, un peu arsenical, se trouve aussi implanté sur la malachite et la chessylite de Bien-Dong et de Giao-Hiem (*province de Bac Giang*).

Nouvelle-Calédonie. — La mine Meretrice m'a fourni (*C. R.* CXVIII. 551. 1894 et *B. S. M.* XVII. 49 et 120. 1894) de magni-



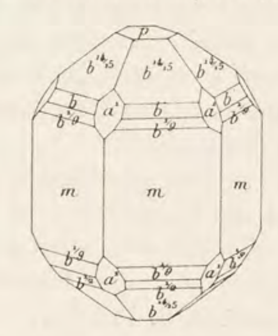


Fig. 8 et 9.
Pyromorphite de la mine Meretrice

fiques échantillons de pyromorphite, en cristaux souvent polysynthétiques. Ils sont d'un jaune foncé, mais présentent parfois des zones parallèles à la base (fig. 8), alternativement translucides et jaune foncé et fibreuses à éclat soyeux et de couleur plus pâle (jaune paille) ; ces cristaux sont quelquefois creux.

J'ai observé les formes $p, m, h^1, b^{14/15}(15.0.\bar{15}.14), b^{1/2}$ et $b^{1/9}(90\bar{9}1)$. Dans les gros cristaux (atteignant 2 cm.), $b^{14/15}$ et $b^{1/2}$ ne forment que de très étroites facettes en bordure de la base, mais parfois, dans les petits cristaux, $b^{14/15}$ est assez développé pour pouvoir faire disparaître la base ; la pyramide a^1 $(11\bar{2}1)$ se trouve aussi sur de petits cristaux (fig. 9).

Madagascar. — J'ai étudié un échantillon de quartz carié provenant des bords de la Zoza, dans la baie d'Ampasindava, qui renferme des géodes de pyromorphite verte (*pm*).

MIMÉTITE

$(PbCl)Pb^4(AsO^4)^3$

Hexagonale, parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 722,4 \quad D = 866,025 \quad d = 500$

$[a : c = 1 : 0,7224.$ (Haidinger)$]$

Formes observées. p (0001) ; m ($10\bar{1}0$), h^1 ($11\bar{2}0$) ; b^1 ($10\bar{1}1$) ; a^1 ($11\bar{2}1$).

Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.	
$^*pb^1$	140°10′	ma^1	135°25′	pa^1	124°41′
$b^1 m$	129°50′	mb^1 s. a^1	108°40′	a^1a^1 s.p	69°22′
pm	90°	$b^1\,b^1$ adj.	142°38′30″	ph^1	90°
$a^1\,a^1$ adj.	131°27′				

Facies des cristaux. Les cristaux de mimétite se présentent avec le même aspect que ceux de pyromorphite ; le minéral a une grande tendance à cristalliser sous forme de barillets (fig. 2), qui sont presque constants dans les variétés contenant de l'anhydride phosphorique (*campylite*)[1].

La structure polysynthétique de ces groupements apparaît nettement, quand on les examine en lames minces, grâce aux différences de coloration que présentent souvent les individus constituants.

Clivages. Clivages imparfaits suivant b^1 ($10\bar{1}1$).

Dureté. 3, 5. Fragile.

Densité. 7 à 7,25, s'abaissant dans les variétés calciques (6,65, Villevieille).

Coloration et éclat. Incolore ou blanche ; jaune de diverses nuances, allant jusqu'au jaune orangé, et au brun vert. Poussière blanche, jaune ou verdâtre. Transparente ou translucide.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. La mimétite n'est que pseudohexagonale ; une section parallèle à la base se divise en six secteurs biaxes, dans lesquels le plan des axes optiques est parallèle à la trace de m (fig. 1). L'écartement des axes peut atteindre $2\,E = 64°$ autour de la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), parallèle à l'axe vertical (Bertrand. *B. S. M.* IV. 36. 1881 et Jannettaz et Michel, *id.* 196).

Fig. 1.
Section basique d'un groupement à axes parallèles de mimétite biaxe et de pyromorphite uniaxe.

Les indices suivants ont été mesurés par M. Bowman sur les cristaux du Cornwall (Raie D).

$$\mathbf{n}_g = 2,1443$$
$$\mathbf{n}_p = 2,1283$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0160$$

1. Voir plus loin la *prixite* de Saint-Prix-sous-Beuvray, que je considère comme distincte de la mimétite.

Groupements avec divers autres minéraux. La figure 1 représente la section basique d'un groupement régulier de pyromorphite et de mimétite dont il a été question page 396.

Pléochroïsme. Comme la pyromorphite.

Composition chimique. La formule $(PbCl)Pb^4 (AsO^4)^3$ ou $3Pb As^2O^8, PbCl^2$, correspond à la composition théorique *a*. Une partie de l'arsenic peut être remplacée par du phosphore (*campylite*), une partie du plomb par du calcium ; ces deux variations peuvent être concomitantes comme dans le minéral de Villevieille, dont l'analyse est donnée en *b*, d'après M. Damour (*B. S. M.* VI. 84. 1883).

Analyses de la campylite de Rosiers près Pontgibaud *c*) par E. Bertrand et *d*) par Klaproth [*in* Gonnard (*op. cit.*)].

	a [1]	*b*	*c*	*d*
As^2O^5.........	23,2	19,65	11,51	7,00
P^2O^5..........	»	3,44	8,31	13,00
PbO	74,9	71,32	77,86	75,61
CaO...........	»	3,46	»	6,65
Cl	2,4	2,57	1,72	1,69
H^2O...........	»	»	»	0,50
Perte..........	»	»	»	1,75
	100,0	100,44	99,40	99,55

Essais pyrognostiques et diagnostic. Voir page 378.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La mimétite se rencontre dans les mêmes gisements que la pyromorphite ; elle est moins répandue. Ces deux minéraux ont été souvent confondus par les anciens auteurs, aussi, ne citerai-je que des gisements, dont j'ai pu étudier des échantillons.

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* Je dois à M. Carrière des échantillons de quartz, renfermant de très petites aiguilles d'un jaune pâle, parfois groupées en buisson : ils proviennent d'une recherche faite à Can Pey, près Arles-sur-Tech.

Cévennes. — *Gard.* Le même minéralogiste m'a remis des cristaux (*pm*), limpides, presque incolores, de mimétite, saupoudrant

1. $PbO As^2O^5$ 90.7 ; $PbCl^2$, 9.3 = 100.0

une brèche quartzeuse du gîte de galène de Carnoulès en Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille.

Plateau-Central. — *Puy-de-Dôme*. La campylite est abondante dans certains filons de la région de Pontgibaud et notamment au-dessus de Rosiers, à mi-côte de la montagne de Vaudière. Ce gisement a un intérêt historique, car c'est là que, pour la première fois, a été observé dans la nature l'arséniophosphate de plomb, dont la constitution a été mise en évidence par Fourcroy (*Hist. Acad. Sc.* 1789. 343 et par Sage, *id.* 543). La campylite y forme, soit des cristaux bruns ou vert foncé (p m), raccourcis suivant l'axe vertical et plus ou moins courbes, comme ceux de la figure 2 représentant une campylite du Cumberland, soit des masses concrétionnées botroydes à structure fibreuse, d'un jaune verdâtre, vertes ou orangées. La gangue de ces minéraux devait être originellement très pyriteuse, car elle est toujours imprégnée de limonite secondaire.

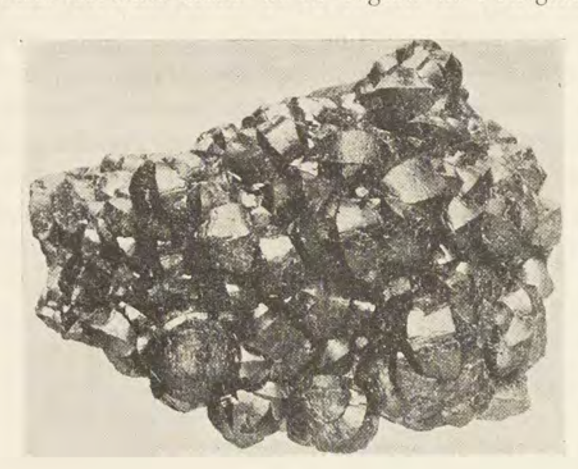


Fig. 2.
Barillets de campylite.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

A Villevieille, il existe une variété calcique du même minéra- (analyse b), formant des mamelons parfois tout à fait sphériques, d'un gris noir, à cassure conchoïde. Ils recouvrent les fentes du quartz et ont parfois jusqu'à 4 mm. de diamètre.

Vosges. — [*Alsace*]. Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines ont fourni des cristaux jaune d'or de mimétite irisée, présentant parfois, en outre de p et de m, les formes h^1 $(11\bar{2}0)$, b^1 $(10\bar{1}1)$, a^1 $(11\bar{2}1)$.

Alpes. — *Isère*. Héricart de Thury a signalé (*J. M.* XXII. 307. 1807) la mimétite à l'Herpie sur la montagne de Huez, dans un filon quartzeux contenant de la galène, de la panabase argentifère, de la malachite et de la chessylite.

Maures. — *Var*. La mine de la Garonne a fourni de la mimétite presque incolore, ou d'un blanc jaune très pâle, plus rarement d'un vert brunâtre, qui forme des enduits d'aiguilles fusiformes, ou des cristaux distincts (*pm*), qui, en général, ne sont pas associés aux autres arséniates.

Algérie. — La mimétite est très abondante dans certains des gîtes calaminaires du Nord africain.

Constantine. Des cristaux et des masses compactes de mimétite verte ou jaune (associés à la pyromorphite, à la vanadinite et à la wulfénite), abondent à Sidi Rouman, au Sud-Est de la mechta Klelil; on trouve aussi le même minéral au Djebel Grouz.

M. Michel m'a communiqué de très belles masses concrétionnées de campylite jaune d'or, dans les cavités desquelles se trouvent des prismes hexagonaux ; elles proviennent du Djebel Felten.

Le gîte d'Aïn-Safra a fourni jadis un minerai, décrit par Flajolot (*A. M.* XX. 29. 1871) ; il est mélangé à la smithsonite. Sa composition est la suivante : $3PbO\,As^2O^5$; 71, 90 ; $PbCl^2$ 8,55 ; $ZnCO^3$ 13,50 $MnCO^3$ 1,10 ; $CaCO^3$ 1,70 ; $Mg\,CO^3$ 0, 7 ; Fe^2O^3 + quartz 2,20 = 99,65. Il est donc surtout constitué par de la mimétite, ce que confirme l'examen microscopique des échantillons concrétionnés de la collection du Muséum. Ils sont d'un blanc grisâtre, avec des veines et des taches blanches. Dans le gisement voisin d'Aïn Achour, la mimétite est, avec cérusite, le minerai dominant (Dussert. *A. M.* XVII. 24. 1910) ; elle a été aussi trouvée à Hamman N' Baïl.

J'ai observé des cristaux bipyramidés ($p\ m\ b^1\ a^1$), de mimétite jaune paille, implantés sur les cristaux de willémite et de calamine du gîte calaminaire de Bou-Thaleb (Djebel Soubella) au Sud-Ouest de Sétif. La mimétite y forme aussi, dans les cassures d'un calcaire compact, des masses concrétionnées, des groupes cristallitiques jaunes ou orangés, avec des cristaux aplatis suivant la base, et des agrégats de fines aiguilles groupées en gerbes : d'après M. Dussert, cette mimétite est un peu vanadifère.

Tunisie. — M. de Brun m'a communiqué des masses jaunes, concrétionnées, de mimétite associée à de la calcite et à de la barytine et provenant du Djebel Allab, ainsi que des masses concrétionnées, mélangées de calcite, provenant du Djebel Hallouf.

VANADINITE

(Pb Cl) $Pb^4 (VO^4)^3$

Hexagonale, parahémiédrique.

$b : h = 1000 : 712{,}18 \quad D = 866{,}025 \quad d = 500.$

$[a : c = 1 ; 0{,}71218$ (Vrba)].

Formes observées. p (0001); m $(10\bar{1}0)$, h^1 $(11\bar{2}0)$; b^2 $(10\bar{1}2)$, b^1 $(10\bar{1}1)$, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$; a^1 $(11\bar{2}1)$; $\frac{1}{2} a_2$ $[\pi(21\bar{3}1)]$.

J'ai mesuré les angles donnés ci-dessus sur des cristaux de Saïda.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$p a^1$	125°3′	125°18′	pa_2	114°41′	114°35′
$a^1 a^1$ s. p.	70°6′		$b^{1/2} a^1$	154°42′	
ph^1	90°		$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	129°44′	
pb^2	157°38′	157°30′	ma_2 adj.	149°10′	
pb^1	140°33′		$m a^1$	135° 9′	135°15
$b^1 b^1$ s. p.	101° 6′		mb^1 s. a^1	108°31′30″	
$pb^{1/2}$	121°17′	121°	$a_2 b^1$	139°21′30″	
$b^{1/2} m$	148°43′		$a^1 b^1$	153°22′30″	153°30′
$p m$	90°		*$b^1 b^1$ adj.	142°57′	
$a^1 a^1$ adj.	131°40′		$b^1 a^2$	161°28′30″	

Facies des cristaux. Les cristaux sont à rapporter aux mêmes types que ceux de pyromorphite et de mimétite, mais les formes hémièdres y sont peut-être plus fréquentes.

Ces cristaux sont souvent creux et possèdent parfois une structure fibreuse. Ils se groupent en grand nombre à axes parallèles, forment des groupements concrétionnés globulaires, des croûtes cristallines.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile. Cassure inégale et imparfaitement conchoïde.

Densité. 6,66 à 7,23.

Coloration et éclat. Jaune paille clair, brun, brun rouge, rouge rubis. Les cristaux offrent souvent des parties différemment colorées. Poussière blanche ou jaune. Transparente ou translucide.

Éclat résineux dans la cassure ; vitreux, un peu gras sur les faces des cristaux, qui sont souvent très brillantes.

Propriétés optiques. La vanadinite est uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$). L'*endlichite* est plus ou moins biaxe. Les indices suivants, mesurés par M. Bowman, pour la raie D, montrent que la présence de l'arsenic fait baisser la biréfringence.

	Endlichite.	Vanadinite.
n_g =	2,341	2,354
n_p =	2,292	2,299
$n_g - n_p$ =	0,049	0,055

Pléochroïsme. Les variétés colorées sont pléochroïques, avec maximum suivant n_g, dans des teintes variables suivant la couleur du minéral. En voici des exemples :

n_g = rouge brun à rouge orangé.
n_p = jaune citron avec facules rouges.

Composition chimique. La formule $(PbCl)Pb^4(VO^4)^3$ ou $3\,Pb^3V^2O^8.PbCl^2$ correspond à la composition suivante [1]. Une partie du vanadium peut être remplacée par de l'arsenic ; l'*endlichite* constitue cette variété arsenicale ; souvent le vanadium et l'arsenic se trouvent en proportion se rapprochant du rapport équimoléculaire ; il existe parfois aussi une petite quantité de phosphore.

V^2O^5.....	19,4
PbO......	78,7
Cl........	2,5
	100,6

Essais pyrognostiques. Voir page 378.

Diagnostic. Il est facile de distinguer rapidement la vanidinite de l'endlichite en traitant le minéral sur une lamelle de verre par quelques gouttes d'acide azotique étendu. Par évaporation à sec, le résidu est d'un rouge foncé (V^2O^5) dans le cas de la vanadinite et d'un rouge plus ou moins pâle, quand on opère sur l'endlichite. Cette réaction du vanadium permet de distinguer ces deux minéraux des autres termes du groupe ; le diagnostic peut être tiré aussi de la valeur de la biréfringence très grande dans la vanadinite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements et les associations sont de même nature que pour la pyromorphite et la mimétite ; mais ils sont incomparablement moins nombreux.

Algérie. — *Oran*. J'ai décrit récemment (*B.S.M.* XXXI, 44, 1908) une série de minéraux plombifères, découverts par M. Flamand dans une recherche de mine, faite jadis aux environs de Saïda. Les dolomies compactes du bathonien y sont traversées par des veinules de dolomite

1. $PbOV^2O^5$ = 90,2 $PbCl^2$ = 9,8.

spathique, renfermant des mouches de galène en partie transformées en cérusite noire, et au voisinage desquelles la gangue renferme souvent des inclusions d'hématite, qui lui donnent une couleur rouge de sang.

Cette dolomite spathique est creusée de cavités caverneuses de corrosion, que tapissent des rhomboèdres courbes de dolomite, sur lesquels sont implantés des cristaux de *vanadinite*, d'*endlichite*, de *descloizite*, et plus rarement de *cérusite*. D'ordinaire, ces divers minéraux se trouvent dans des géodes distinctes ; cependant, parfois la vanadinite et la descloizite sont réunies ; le plus souvent ce dernier minéral a le premier cristallisé. Enfin, des concrétions de calcite récente recouvrent parfois toute la surface des géodes. Les minéraux de ce gisement offrent une grande analogie avec ceux de Lake Valley (Nouveau Mexique).

L'endlichite se présente en longues baguettes (1 cm.) d'un gris jaune pâle, formées par le groupement à axes parallèles de prismes hexagonaux non modifiés.

La vanadinite constitue exceptionnellement des cristaux transparents d'un beau jaune d'or (3 mm.), passant par places au jaune rougeâtre ou à l'orangé. Ce sont des prismes hexagonaux à éclat très vif, allongés suivant l'axe vertical avec b^1 $(10\bar{1}1)$, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$. Le plus souvent, ils atteignent 4 à 5 mm. ; ils sont alors peu allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical, jaunes ou brunâtres et seulement translucides. Tantôt ils ne présentent que p (0001) et m $(10\bar{1}0)$, tantôt au contraire, les faces prismatiques sont très réduites et il existe surtout de larges faces b^2 $(10\bar{1}2)$, b^1, a^1 $(11\bar{2}1)$ et 1/2 a_2[π $(21\bar{3}1)$] (type des cristaux d'apatite, représentés par la figure 7, mais avec raccourcissement suivant l'axe vertical) ; les faces des cristaux appartenant à ce dernier type sont très inégalement développées.

Constantine. Une recherche faite sur un gîte plombifère et zincifère, situé au Djebel Grouz, au N.N.E. de Châteaudun-du-Rhumel, a fourni des échantillons criblés de cavités dans lesquelles se voient des pointements indistincts de vanadinite et de descloizite, il existe aussi de la pyromorphite et de la mimétite.

M. Dussert a signalé (*op. cit.*) la vanadite à Sidi Rouman (v. p. 407).

Tunisie. — La mine de Djebba, à 2 km. S.-E. de Souk-el-Khemis, a fourni de beaux échantillons de vanadinite ; ce minéral d'un rouge foncé, forme de petites veines à gangue de calcite dans des calcaires jaunes. J'ai pu en étudier de nombreux échantillons, grâce à l'obligeance de M. Varela. Dans les uns, d'innombrables cristaux (0 mm. 5) à aspect globuleux, grâce à l'égal développement de m

et de a^1 (fig. 1) souvent accompagnés de p, sont régulièrement distribués dans de la calcite spathique, qui s'isole en rhomboèdres e^1 dans les cavités. Dans d'autres, la vanadinite forme des masses miarolitiques, constituées par l'enchevêtrement de cristaux souvent un peu allongés suivant l'axe vertical (fig. 3). La figure 2 représente une combinaison

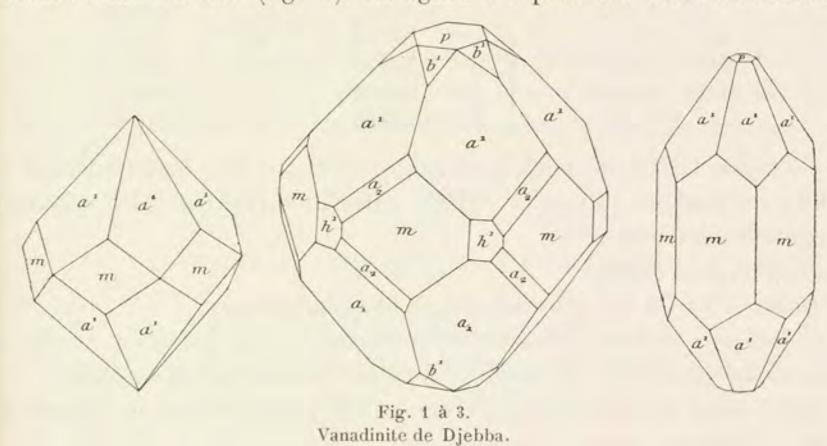


Fig. 1 à 3.
Vanadinite de Djebba.

plus compliquée, dans laquelle apparaît h^1, $_{1/2}\ a_2$ et b^1. Enfin, on trouve des veinules de vanadinite grenue en apparence homogène, mais renfermant cependant encore une quantité notable de calcite.

Dans quelques échantillons, il existe aussi des cristaux de descloizite.

AMBLYGONITE — MONTEBRASITE

$Li[AlF]PO^4$ — **$Li[Al(F.OH)]PO^4$**

Triclinique : $mt = 105°55'$ (montebrasite[1]).

$b : c : h = 1000 : 1000 : 545{,}18 : 753{,}92$ D $= 714{,}20$ d $= 523{,}75$

Angle plan de $p = 108°12'$
— $m = 113°36'$
— $t = 80°49'$

[$a : b : c = 0{,}73337 : 1 : 0{,}76332$ (E. S. Dana)[1]]
[$yz = 108°51'$ $xy = 106°27'$ $zx = 97°48'$]

1. J'ai adopté l'orientation de Dana, qui a pu étudier un cristal net de montebrasite (*hébronite*) d'Hébron ; voici la correspondance avec celle de Des Cloizeaux. p (001) = p (Dx) ; h^1 (100) = m ($1\bar{1}0$) ; m ($1\bar{1}0$) = t (110).

Macles. Dans l'amblygonite, macles polysynthétiques suivant o^1 (101) et a^1 ($\bar{1}01$), dont les plans font un angle voisin de 90° (89°36'). La macle a^1 prédomine d'ordinaire ; ses bandelettes servent à peu près de bissectrice à l'angle $p\,h^1$.

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
mt	105°55'	*ph^1	104°30'	*$pe^{1/2}$	105°20'
$h^1 t$	150°25'	po^1	142°46'	*pm	87°40'
*$h^1 m$	135°30'	pa^1	126°46'	pt	111°51'
		$o^1 a^1$	89°36'	*$e^{1/2} m$	113°30'

Clivages. Clivages, parfait suivant p (001), moins facile suivant h^1 (100), souvent net suivant $e^{1/2}$ ($0\bar{2}1$), difficile suivant m ($1\bar{1}0$). Cassure inégale à conchoïde.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 3,01 à 3,1 (Montebras), 3,08 (Chabanne).

Coloration et éclat. Blanche ou verdâtre, grise, jaunâtre, rosée ou d'un violet lilas clair. Poussière blanche. Translucide à opaque.

Éclat nacré très vif sur le clivage p (001), vitreux sur le clivage h^1 (100). Éclat gras dans la cassure.

Propriétés optiques. Le type surtout fluoré (*amblygonite*) et le type hydroxylé et fluoré (*montebrasite*) présentent des différences notables dans certaines de leurs propriétés optiques.

La bissectrice aiguë est toujours *négative* ($\mathbf{n}_p$) mais, tandis qu'elle est presque parallèle à l'arête ph^1 dans la montebrasite, elle fait environ 12° avec celle-ci dans l'amblygonite.

Dans l'amblygonite, le plan des axes optiques se trouve dans l'angle aigu ph^1 et fait 12° avec h^1, 67°13 avec p ; dans la montebrasite, il se trouve dans l'angle obtus ph^1 et fait 82° avec h^1, 23° avec p.

Dans l'amblygonite, Snp fait des angles d'environ 99° avec h^1 et avec p ; dans la montebrasite, cette surface fait 113°55' avec p et 8°55' avec h^1.

Dans l'amblygonite, on constate autour de $\mathbf{n}_p$ une forte dispersion tournante et une dispersion inclinée notable, avec $\rho > v$; dans la montebrasite, une dispersion horizontale et une faible dispersion inclinée avec $\rho < v$. L'écartement des axes est variable à cause des enchevêtrements dus aux macles. Nous avons mesuré, M. Michel-Lévy et moi (Na) :

	Amblygonite.	Montebrasite.
$\mathbf{n}_g$ =	1,597	1,620
$\mathbf{n}_m$ =	1,593	1,611
$\mathbf{n}_p$ =	1,578	1,600
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ =	0,019	0,020
d'où 2 V =	54°36'	84°14'
2 E =	86°26' (Dx) obs.	

Comme cela a toujours lieu dans les séries contenant des types fluorés et d'autres hydroxylés, les premiers sont moins réfringents.

Composition chimique. La formule $Li(AlF)PO^4$ correspond à la composition théorique (*a*) de l'*amblygonite*, dans laquelle une quantité variable de lithium peut être remplacée par du sodium et une très petite quantité de fluor par de l'hydroxyle. La *montebrasite* n'est généralement pas sodique ou l'est peu, mais elle renferme une assez grande quantité d'hydroxyle, remplaçant une quantité équivalente de fluor; c'est là le caractère chimique différentiel de ce minéral et de l'amblygonite.

Analyses de l'*amblygonite* de Montebras.

b) variété violacée, par M. Pisani (*C.R.* LXXIII. 1479. 1871).

c) variété à quatre clivages, par M. Pisani (*in* Dx. *A.M.* C. P. 82. XXIX, 1873).

d) par von Kobell (*Ber. Akad. München*. 284. 1872).

e) par M. Rammelsberg (*Ber. Chem. Gesell. Berlin*. 78. 1872).

f) par Penfield (*Amer. J. of. Sc.* XVIII. 295. 1879).

g) par M. Lasne (*C. R.* CXXXII, 1191, 1901).

de la *montebrasite* de Montebras.

h) par M. Lasne (*op. cit.*)

i) par M. Pisani (*C. R.* LXXV. 79. 1872).

j) par Penfield (*op. cit.*)

	a)	*b*)	*c*)	*d*)	*e*)	*f*)	*g*)	*h*)	*i*)	*j*)
P^2O^5....	47,9	46,15	46,85	45,91	48,55	47,09	46,85	44,62	47,15	48,34
F........	12,9	8,20	10,40	9,00	10,06	9,93	8,51	4,08	3,80	1,75
Al^2O^3....	34,4	36,32	37,60	35,50	36,36	33,22	34,01	34,32	36,90	33,55
Li^2O....	10,1	8,10	9,60	6,70	7,96	7,92	8,50	7,10	9,84	9,52
Na^2O....	»	2,58	0,59	5,30	0,93	3,48	1,00	2,81	»	0,33
K^2O.....	»	»	»	»	0,40	»	0,18	0,23	»	»
CaO.....	»	»	»	0,50	»	0,24	0,23	0,29	»	0,35
FeO.....	»	»	»	»	»	»	0,76	0,46	»	»
MnO....	»	0,40	»	»	»	»	0,13	0,28	»	»
H^2O.....	»	1,10	0,14	0,70	»	2,27	3,00	7,59	4,75	6,61
Insoluble.	»	»	»	1,60	»	»	0,55	0,22	»	»
	105,3	102,85	105,18	105,21	104,26	104,15	103,72	102,00	102,44	100,45

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donnent peu (*amblygonite*) ou beaucoup (*montebrasite*) d'eau acide, qui corrode le verre. Facilement fusibles au chalumeau, en gonflant et en donnant à la flamme une couleur rouge jaune, avec trace de vert (certaines *amblygonites*), ou une flamme d'un rouge vif (*montebrasite*). L'essai en refroidissant devient blanc et opaque.

Assez difficilement attaquées par l'acide chlorhydrique, après avoir été réduites en poudre fine ; facilement attaquables par l'acide sulfurique.

Altérations. L'amblygonite de Montebras présente des altérations nombreuses. Elle se colore souvent en bleu au voisinage de nodules de cassitérite, dans lesquels j'ai pu mettre en évidence l'existence d'un sulfure de cuivre ; puis son homogénéité se détruit et elle se transforme peu à peu en *turquoise*, compacte, quand il subsiste un squelette important de minéral inattaqué ou en turquoise caverneuse, lorsque celui-ci a complètement disparu.

Les fentes de l'amblygonite se tapissent aussi de mamelons fibreux de *wavellite* ; enfin, beaucoup plus rarement, il se produit de la *morinite*, plus rarement encore de la *soumansite*.

Diagnostic. La montebrasite se distingue de l'amblygonite par sa teneur en hydroxyle plus forte, par l'intensité plus grande de la couleur rouge qu'elle donne généralement à la flamme et par ses propriétés optiques.

Les deux minéraux sont faciles à distinguer des feldspaths par leurs réactions pyrognostiques, notamment par leur grande fusibilité, et aussi par leur densité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'amblygonite et la montebrasite se trouvent dans les pegmatites et dans certains gisements stannifères. Ces minéraux, connus dans un très petit nombre de localités, n'existent en France que dans une seule région. On peut s'attendre à les trouver dans les pegmatites à tourmaline lithique de Madagascar.

Plateau Central. — *Creuse*. L'amblygonite et la montebrasite constituent avec quartz et orthose, les minéraux essentiels de certains des filons stannifères de Montebras en Soumans ; ils y forment parfois des cristaux xénomorphes atteignant plus de 30 kilogrammes et s'y trouvent en abondance suffisante pour constituer un minerai de lithium.

Ces minéraux ont une histoire assez singulière. Pris pour un feldspath et essayés dans une manufacture de porcelaine de Limoges, ils appelèrent l'attention par leur grande fusibilité. M. Moissenet fit l'analyse d'un échantillon et crut y voir une nouvelle espèce minérale (*A. M.* XX. 22. 1871). Des Cloizeaux en décrivit les propriétés optiques et la désigna sous le nom de *montebrasite* (*C. R.* LXXIII. 306. 1871) en montrant

que celles-ci diffèrent des propriétés d'un minéral d'Hebron (Maine), considéré jusqu'alors comme identique à l'amblygonite de Saxe et qui, seul, avait pu jusqu'alors être étudié à ce point de vue. Mais, peu après, M. Pisani (*C.R.* LXXIII. 1479. 1871), von Kobell (*Sitz. bayer. Akad. Wiss. München.* 1872), puis Rammelsberg (*Ber. Chem. Gesell. Berlin.* 78. 1872), publièrent de nouvelles analyses du minéral de Montebras et établirent à la fois l'inexactitude de l'analyse de Moissenet et l'identité de cette substance avec l'amblygonite de Saxe. L'examen des propriétés optiques de cette dernière conduisit Des Cloizeaux à confirmer cette identité ; le nom de montebrasite devenait donc inutile.

Il était dès lors indispensable de déterminer la composition chimique de la soi-disant amblygonite d'Hebron, puisque ses propriétés optiques différaient de celles de l'amblygonite typique. Des analyses, faites alors par M. Pisani, démontrèrent que les deux minéraux présentaient aussi des différences chimiques. Le même savant fit voir en outre qu'il existe à Montebras, à côté de l'amblygonite, une autre substance (analyses *i* et *j*) identique, elle, au minéral d'Hebron. C'est alors que Des Cloizeaux proposa (*A. C. P.* XXVII. 385. 1872) de reprendre le nom de *montebrasite* pour désigner les minéraux d'Hebron et de Montebras, ayant les mêmes propriétés physiques et la même composition chimique.

L'amblygonite se présente à Montebras en larges masses laminaires, souvent d'un blanc mat et opaque, mais parfois translucides et d'un blanc violacé. On a vu plus haut qu'elle se transforme en turquoise, wawellite, morinite, etc. Elle englobe fréquemment de la cassitérite ; elle est associée au quartz.

Quant à la montebrasite, elle est beaucoup moins abondante ; ses masses laminaires sont tantôt translucides, d'un blanc verdâtre et tantôt blanches et opaques. Son clivage le plus facile est d'ordinaire très éclatant.

Haute-Vienne. Je dois à M. Bouhard un bel échantillon d'amblygonite d'un blanc verdâtre, nettement translucide, qu'il a recueilli dans les déblais d'une carrière de pegmatite à Chabanne en Saint-Sylvestre, en même temps que de la columbite et de l'apatite.

GROUPE DE LA LIBÉTHÉNITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, toutes orthorhombiques et isomorphes ; elles possèdent la même forme générale que les minéraux du groupe de la wagnérite, mais, tandis que dans ceux-ci l'hydroxyle est souvent remplacé par du fluor, on ne connaît pas de type fluoré dans le groupe de la libéthénite.

Libéthénite	$Cu(Cu.OH)PO^4$
Olivénite	$Cu(Cu.OH)AsO^4$
Adamite	$Zn(Zn.OH)AsO^4$

On peut y rattacher les minéraux suivants, dont l'isomorphisme avec les précédents est moins net.

Descloizite	$(Pb,Zn)(Pb.OH)VO^4$
* *Cuprodescloizite*	$(Pb, Cu,Zn)(Pb.OH)VO^4$
* *Volborthite*	$(Cu,Ca,Ba)(Cu.OH)VO^4$

LIBÉTHÉNITE

$Cu(Cu.OH)PO^4$

Orthorhombique : $mm = 92°20'$.

$b : h = 1000 : 506,352 \quad D = 721,357 \quad d = 692,563$

$[a : b : c = 0,9601 : 1 : 0,7019$ (Rose)$]$

Formes observées. $m(110)$; $e^1(011)$; $b^{1/2}(111)$.

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
* mm	92°20′	[$b^{1/2}m$	135°23′	[$b^{1/2}e^1$	159° 6′
* e^1e^1	109°52′	[$b^{1/2}b^{1/2}$	92° 0′	[$b^{1/2}b^{1/2}$ côté	118°12′
e^1m	113°27′	$b^{1/2}b^{1/2}$ av.	120°56′		

Facies des cristaux. Les cristaux de libéthénite ont généralement un facies octaédrique par suite de l'égal développement des faces $m(110)$ et $e^1(011)$: on constate parfois un faible allongement suivant l'axe vertical (fig. 2). Le plus souvent, les cristaux sont enchevêtrés en agrégats cristallins tapissant des géodes.

Clivages. Clivages imparfaits suivant $h^1(100)$ et $g^1(010)$. Cassure inégale ou conchoïdale.

Dureté. 4. Fragile.

Densité. 3,6 à 3,8.

Coloration et éclat. Vert olive à vert noir. Poussière vert-olive. Translucide. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux passant au résineux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* (n_p) normale à g^1 (010). Dispersion notable $\rho > v$.

$n_m = 1{,}742$. $2V = 81°8'$ Dx. (Na).

Fig. 1
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Pléochroïsme. Faiblement pléochroïque dans les teintes suivantes : les cristaux présentent généralement des facules de couleur différente.

n_g = jaune à jaune vert.
n_m = vert vif à vert jaune.
n_p = vert pâle à jaune.

A l'inverse de ce qui a lieu pour l'olivénite, la couleur la plus verte s'observe suivant n_m.

Composition chimique. La formule Cu (Cu.OH)PO^4 ou 4 CuO P^2O^5 + H^2O correspond à la composition centésimale suivante :

P^2O^5.....	29,8
CuO.....	66,4
H^2O.....	3,8
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et noircit. Fusible en une scorie noire, cristalline ; colore la flamme en vert émeraude. Avec le carbonate de sodium, sur le charbon, est réduite en un globule de cuivre. Avec les flux, donne les réactions du cuivre. Soluble dans les acides.

Diagnostic. La libéthénite se distingue de l'olivénite par les réactions de l'anhydride phosphorique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse.* J'ai trouvé (*B. S. M.* XVII. 36. 1894) de fort petits cristaux de libéthénite, d'un vert plus clair que d'ordinaire, dans les fentes d'une pegmatite à feldspath rouge, provenant des exploitations de cassitérite de Montebras en Soumans. Ces cristaux sont généralement groupés en grand nombre pour former des

croûtes cristallines, mais il est possible d'en isoler quelques-uns et de constater qu'ils présentent les faces m (110), e^1 (011), avec parfois $b^{1/2}$ (111). Ils ne dépassent pas 0 mm. 5 de plus grande dimension, mais les croûtes qu'ils constituent atteignent plusieurs centimètres carrés.

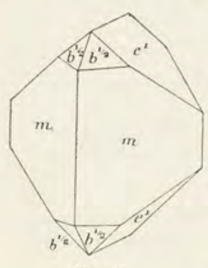


Fig. 2.
Libéthénite.
Forme commune.

Rhône. J'ai rencontré de petits cristaux allongés olivâtres de libéthénite dans les cavités du quartz du filon de galène de Montchonay en les Ardillats.

Congo. — La libéthénite forme des mamelons cristallins, d'un vert olive, recouvrant la pyromorphite, elle-même implantée sur de la chrysocole d'un échantillon que M. de Romeu m'a récemment rapporté des mines de cuivre de Mindouli.

OLIVÉNITE

$Cu\,(Cu.OH)AsO^4$

Orthorhombique : $mm = 92°32'$ (Dx.)[1]

$b : h = 1000 : 484{,}392 \quad D = 722{,}642 \quad d = 691{,}222$

$[a : b : c = 0{,}9565 : 1 : 0{,}67029]$

Formes observées : m (110), h^1 (100) ; a^1 (101) ; e^1 (011) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.		Angles calculés.
mm	92°32′	$^*b^{1/2}\,b^{1/2}$ av.	120°30′	ma^1 adj.	115°34′
$m\,h^1$	136°16′	$b^{1/2}\,a^1$	150°15′	$a^1 e^1$ s. a^1	130°46′
mg^1	133°44′	$h^1\,b^{1/2}$	121°15′	$e^1\,m$ adj.	113°39′
$a^1 h^1$	126°42′	$^*b^{1/2}\,b^{1/2}$ côté	117°30′		
$a^1 a^1$ s. h^1	73°24′	$b^{1/2}\,m$	135°53′		
$e^1 e^1$ adj.	109° 2′	$b^{1/2}\,b^{1/2}$	91°46′		

Facies des cristaux. Les cristaux d'olivénite sont à rapporter à trois types distincts.

Type I. Les cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et allongés suivant l'axe vertical (fig. 2); souvent aussi, ils sont aciculaires et constituent alors des aiguilles sans terminaison bien distincte

Type II. Les cristaux ont un facies octaédrique, par suite du déve-

1. M. Washington a donné (*Am. J. of. Sc.* XXXV. 298. 1888) pour des cristaux de l'Utah ; $mm = 91°34'$; $e^1\,e_1 = 112°9'$, d'où $a : b : c = 0{,}9396 : 1 : 0{,}6729$.

loppement plus ou moins égal des faces m (110) et e^1 (011) (voir fig. 2 de la libéthénite).

Type III. Les cristaux sont allongés suivant l'axe a (fig. 3) et parfois aplatis, soit suivant g^1 (010) (fig. 4), soit suivant une face e^1 (011) (fig. 5). Je n'ai étudié ce dernier type que sur des cristaux de la mine de la Garonne.

L'olivénite forme aussi des concrétions fibreuses, globulaires et offrant en même temps des zones concentriques de couleur différente (*wood-copper*, *holzkupfererz*).

Les faces sont souvent ondulées ou ternes et ne se prêtent généralement pas à des mesures précises ; les faces e^1 et g^1 sont fréquemment concaves ; ce sont cependant celles qui m'ont donné les moins mauvaises mesures ; les faces m (110) et surtout h^1 (100) sont très cannelées verticalement et parfois bombées.

Clivages. Clivages difficiles suivant e^1 (011) et m (110). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 3. Fragile.

Densité. 4,1 à 4,4.

Coloration et éclat. Verte de diverses nuances, mais surtout vert-olive, vert noir ou brun, jaune-paille, blanche, grise, brun de fumée. Poussière d'un vert pâle ou jaunâtre. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux, inclinant au résineux et à l'adamantin ; soyeux dans les variétés fibreuses.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à h^1(100). Dispersion forte $\rho < v$. Écartement des axes variable dans un même cristal, par suite d'enchevêtrements.

$$2H = 105° \text{ à } 106° \text{ (Na) (Dx).}$$

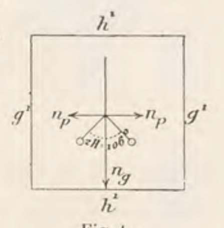


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à p (001).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme n'est pas intense, mais il est net :

n_g = verdâtre pâle.
n_m = jaunâtre à verdâtre.
n = verdâtre pâle à jaune.

Composition chimique. La formule $Cu(Cu.OH)AsO^4$ ou $4CuO\ As^2O^5 + H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante :

As^2O^5....	40,7
CuO......	56,1
H^2O.......	3,2
	100,0

L'olivénite de la mine de la Garonne renferme toujours un peu de zinc (Voir à *adamite*).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau, devient d'un vert vif, puis d'un gris noir. Au chalumeau, fond en colorant la flamme en vert bleuâtre, puis cristallise par refroidissement. Sur le charbon, donne des vapeurs arsenicales et un globule de cuivre arsénié, facile à purifier par fusion avec le carbonate de sodium. Avec les flux, fournit les réactions du cuivre. Les variétés zincifères donnent sur le charbon l'enduit du zinc.

Fig. 2.
Olivénite de la Mine de la Garonne. Type I.

Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque. Attaquable à chaud par la potasse avec résidu d'oxyde de cuivre.

Diagnostic. Voir à libéthénite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var*. L'olivénite a été rencontrée en abondance dans

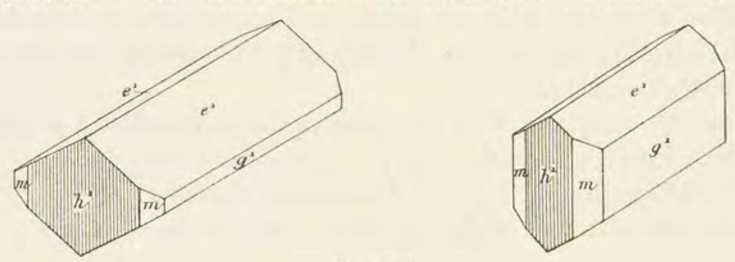


Fig. 3 et 4.
Olivénite. Mine de la Garonne. Type III.

la mine de la Garonne, où elle accompagne l'adamite. Elle s'y trouve sous des formes très variées, tantôt seule, tantôt implantée sur l'adamite ou recouverte par la malachite et la chessylite.

Le facies le plus fréquent est la variété aciculaire du type I. Les aiguilles, allongées suivant l'axe vertical, dépassent parfois 5 mm.; elles sont d'un vert plus ou moins clair, parfois associées à de la tyrolite. J'ai observé aussi des cristaux distincts d'un vert-pistache foncé et parfois presque noir; ils forment de grandes géodes, dans lesquelles il n'existe pas d'autre minéral et appartiennent au type I, avec les

formes h^1, e^1, m; ils sont assez souvent polysynthétiques et constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre d'individus, empilés suivant h^1.

De beaux cristaux presque noirs du type III se trouvent clairsemés sur des parois de leur gangue quartzeuse; leurs formes sont les mêmes que dans les cristaux précédents, mais h^1 est parfois un peu réduit : ou bien, ils ont un développement normal (fig. 3), ou bien ils sont aplatis suivant une face g^1 (fig. 4) ou e^1 (fig. 5 et 6); ce sont les seuls qui aient donné des mesures passables. Ils ont de 2 à 3 mm. de plus grande dimension.

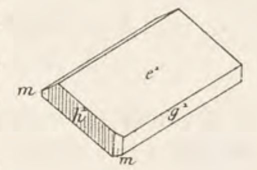


Fig. 5.
Olivénite. Forme théorique de cristaux de la figure 6.

L'olivénite forme aussi de longues aiguilles d'un vert-olive; elles sont transparentes et généralement associées à des globules brillants de malachite, de pseudomalachite.

Enfin on la trouve en cristaux avellanaires ou en enduits cristallins d'un gris vert, à éclat nacré, dans lesquels il est impossible d'observer des formes distinctes; ils recouvrent quelquefois des cristaux nets d'adamite. L'olivénite constitue aussi des aiguilles filiformes grises ou presque incolores.


Fig. 6.
Olivénite de la Mine de la Garonne sur quartz.
(*Grossissement de trois diamètres*).

On verra page 425 l'analyse d'un type intermédiaire entre l'olivénite et l'adamite, mais plus rapproché de ce dernier minéral que de l'olivénite. Il existe aussi des olivénites zincifères, constituant des mamelons fibreux verts, qui rappellent par leur aspect ceux de la malachite.

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai trouvé de jolis petits cristaux d'olivénite d'un vert d'herbe pâle, remplissant une géode de quartz, provenant de l'ancienne galerie des Morveux au Donon (Champy) près Sainte-Marie-aux-Mines; elle est associée à la chessylite.

ADAMITE

Zn(Zn.OH) As O^4

Orthorhombique : $mm = 91°15'$

$b : h = 1000 : 508,730$ D = 714,778 d = 699,351

[$a : b : c = 0,9784 : 1 : 0,7117$ (Dx).]

Formes observées. m (110) ; g^1 (010), h^3 (210); g^3(120) ; a^1 (101) ; e^1 (011); $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.
*mm	91°15′	$mb^{1/2}$	135°30′
h^3m	162°0′30″	$b^{1/2}\,b^{1/}$ av.	120° 9′
mg^3	161° 7′	me^1 adj.	113°55′30″
g^3g^3 s. g^1	126°30′	$e^1\,a^1$ adj.	131°13′
*$a^1\,a^1$ s. h^1	72° 4′	$a^1\,m$ adj.	114°52
$e^1\,e^1$	109° 7′		

Facies des cristaux. Les cristaux d'adamite sont généralement allongés suivant l'axe b, par suite du grand développement des faces a^1 (101) : c'est le cas de ceux de la Mine de la Garonne; plus rarement l'allongement a lieu suivant l'axe vertical. Quelquefois (Aïn Achour) il n'existe pas d'allongement. Ce minéral a une très grande tendance à former des agrégats de cristaux enchevêtrés et des croûtes cristallines.

Les faces m (110) sont généralement striées verticalement ; les faces a^1 (101) sont souvent ondulées.

Clivages. Clivages nets suivant a^1 (101).

Dureté. 3, 5. Fragile.

Densité. 4,338 à 4,352 (Mine de la Garonne ; variété rose).

Coloration et éclat. Rarement incolore. L'adamite est souvent jaune de diverses teintes et plus souvent colorée en vert (*cupro-adamite*) en rose ou en rose carmin (*cobaltoadamite*). Poussière blanche un peu verdâtre ou rosée. Les cristaux sont souvent polychromes.

Éclat vitreux très vif, adamantin sur les faces de clivages.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à g^1 (010). Dispersion forte, $\rho < v$.

La mesure de l'écartement des axes optiques, faite par M. Rosicky, sur des cristaux de Thasos (Turquie), a fourni les résultats suivants dans la liqueur de Thoulet (n = 1,7344).

$2\,Th_a = 82°37'$
$2\,Th_o = 96°36'$, d'où $2V = 82°58'$ $\mathbf{n}_m = 1{,}728$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_p$; il est surtout intense dans les variétés roses dont la couleur suivant $\mathbf{n}_p$ est le rose carmin

Composition chimique. La formule Zn(Zn.OH) AsO^4 ou 4ZnO $As^2O^5 + H^2O$ correspond à l'analyse *a*.

Dans l'adamite de la mine de la Garonne, une proportion notable et souvent considérable de zinc peut être remplacée par du cuivre (*cuproadamite* ou du cobalt (*cobaltoadamite*), établissant ainsi le passage à l'olivénite ou à un type exclusivement cobaltifère de ce groupe, qui n'a pas été rencontré dans la nature.

Analyses : de la *cobaltoadamite* rose de la mine de la Garonne (*b*), par M. Damour (*C.R.* LXVII. 1124. 1868).

c) par M. Pisani (*C. R.* LXX. 1003. 1870).

d) de la *cuproadamite* du même gisement par M. Pisani.

	a	*b*	*c*	*d*
As^2O^5	40,2	39,24	38,50	39,85
ZnO	56,7	49,11	52,50	31,85
CoO	»	5,16	3,92	0,52
CuO	»	1,75	»	23,45
CaO	»	»	»	0,87
H^2O	3,1	4,25	3,57	3,68
	100,0	99,51	98,49	100,22

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau, puis devient opaque. Au chalumeau, fond en donnant un enduit d'oxyde de zinc et une odeur arsenicale. Les types cobaltifères et cuprifères donnent avec les flux les réactions du cobalt et du cuivre.

Soluble dans l'acide chlorhydrique étendu.

Diagnostic. Les formes géométriques et les réactions de l'arsenic ne permettent pas de confondre l'adamite avec la calamine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'adamite est un minéral secondaire des gisements cuprifères et zincifères.

Maures. — *Var*. L'adamite a été trouvée en 1868 par M. Damour (*C.R.* LXVII. 1124. 1868) parmi des minéraux provenant de la mine de la Garonne, à 5 km. ouest d'Hyères. Elle a été ensuite étudiée par

Des Cloizeaux (*C.R.* XXXVI. 88. 1878), puis par M. Pisani (*C.R.* LXX. 101. 1870). Elle se rencontre dans les fentes d'un poudingue permien, imprégné de chalcosite. Ce gisement a fourni en outre de nombreux autres minéraux, des carbonates : malachite, chessylite ; des arséniates : olivénite, chalcophyllite, tyrolite, pharmacosidérite, mimétite, liskéardite, zeunérite ; un phosphate, la pseudomalachite ; des sulfates : la brochantite, et la lettsomite. L'adamite se trouve surtout seule ou associée à l'olivénite, à la chessylite et plus rarement à la chalcophyllite, la lettsomite et la brochantite. Elle est toujours cristallisée, mais les cristaux mesurables sont peu communs. Le plus souvent, ils sont groupés à axes parallèles ou enchevêtrés pour constituer des croûtes cristallines très minces ; ils sont alors accolés sur leur gangue par une face de la zone d'allongement et ne forment parfois qu'une sorte de vernis

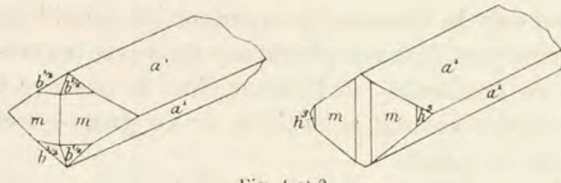


Fig. 1 et 2.
Adamite de la Mine de la Garonne.



Fig. 3.
Adamite de la mine de la Garonne (Grossissement de quatre diamètres environ).

cristallin à la surface de celle-ci ; enfin, ils sont souvent arrondis ou ont la forme de grains de blé.

Ils présentent les formes a^1 (101) et m (110) dominantes, avec parfois de petites facettes g^3 (120), $b^{1/2}$ (111), e^1 (011). Ils sont fréquem-

ment allongés suivant l'arête $a^1 a^1$ (fig. 1 et 2) (et non suivant l'axe a). J'ai rencontré aussi des cristaux ternes d'un gris rose, formés par une pyramide aiguë, qui leur donne l'aspect des cristaux apotomes de célestite (fig. 3) : ce sont des cristaux de ce genre qui, par leur groupement, conduisent aux formes à aspect de grains de blé, dont il a été question plus haut.

La coloration des cristaux est très variable. Le type le plus commun oscille entre le rose très pâle et le carmin foncé (analyse *b* et *c*). Les cristaux les plus nets sont d'un rose pâle, quelquefois teintés de vert sur leurs arêtes, souvent zonés de rose plus ou moins foncé et de vert. La netteté de ces cristaux cobaltifères (*cobaltoadamite*) et leur examen optique ne permettent pas d'admettre l'hypothèse de Damour, d'après laquelle ils devraient leur cobalt à un mélange d'érythrite.

Les types cuprifères sont gris verdâtre ou d'un vert franc. L'analyse *d* a été faite sur des cristaux appartenant à ce dernier type, qui constitue des croûtes de cristaux lenticulaires à aspect nacré ; il forme un terme de passage à l'olivénite, que je désigne sous le nom de *cuproadamite*.

Algérie. — *Constantine*. M. Dussert a signalé (*A.M.* XVII. 40. 1910) l'existence de petits globules vert pâle à structure rayonnée d'adamite dans le gisement calaminaire d'Aïn Achour, dans la région de Guelma ; depuis lors, il m'a donné un échantillon d'aspect différent, constitué par l'enchevêtrement de cristaux de 2 mm. offrant la combinaison de a^1 (101) et g^3 (120) également développés, avec parfois de petites facettes *m* (110)(fig. 4). Ils sont d'un blanc laiteux avec une légère teinte verdâtre.

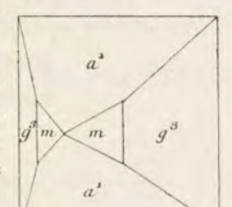


Fig. 4.
Adamite d'Aïn-Achour.

DESCLOIZITE

(Pb,Zn)(Pb.OH)VO⁴

Orthorhombique : $mm = 115°30'$.

$b : h = 1000 : 694{,}173$ (Dx.) D = 846,335 d = 532,651.

$[a : b : c = 0,\ 62934 : 1 : 0{,}82024]$

Formes observées : *m* (110), g^2(130) ; e^2 (012) ; $b^{1/2}$ (111) ; $e_2 = (b^1 b^{1/2} g^1)$ (132) ; $x = (b^{1/2} b^{1/4} g^1)$ (131).

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux de Saïda.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	115°38′		$^*b^{1/2}\,b^{1/2}$ av.	126°56′	126°50
mg^2	150° 5′		$b^{1/2}\,x$	150°16′	150°10′
mg^1	122°11′		xx	112°32′	
$g^1 g^2$	124°30′	124°12′	$b^{1/2}b^{1/2}$ s. $g.^1$	53° 4′	53°38′
$e^2 e^2$ s. p.	135°24′	135°10′	$b^{1/2}b^{1/2}$ côté	89°34′	89°40′
$^*b^{1/2}\,b^{1/2}$ s. m.	114° 0′	114° 8′	$b^{1/2}e_2$	155°15′	
$b^{1/2}m$	147° 0′		xg^2	160°15′	159° 9′
pe_2	125°41′		xx	140°91′	139°31′
$e_2 g^2$	144°19′				

Facies des cristaux. Les cristaux de descloizite sont soit allongés suivant l'axe vertical, soit plus souvent caractérisés par le grand développement de la pyramide $b^{1/2}$ (111). Ce minéral forme fréquemment des croûtes cristallines de petits cristaux enchevêtrés et peu distincts.

Dureté. 3,5.

Densité. 5,839 à 6,203 (*cuprodescloizite*).

Coloration et éclat. Rouge brun, rouge cochenille, jaune bronzé, noirâtre. Poussière jaune orangé ou gris noir. Transparente à opaque.

Éclat résineux.

Propriétés optiques. Forte biréfringence. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), normale à p (001). Dispersion nette avec $\rho < v$.

2H = 97° lumière blanche (Dx.).

Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = jaune d'or foncé.
$\mathbf{n}_m$ = jaune vert.
$\mathbf{n}_p$ = jaune pâle.

Composition chimique. La formule (Pb,Zn) (Pb.OH) VO^4 ou 4(Pb,Zn) $O.V^2O^5+H^2O$ correspond à la composition suivante, dans le cas fréquent où Zn : Pb = 1 : 1.

V^2O^5.....	22,7
PbO......	55,4
ZnO......	19,7
H^2O......	2,2
	100,0

Dans la *cuprodescloizite*, qui constitue des croûtes concrétionnées fibreuses, il existe une quantité assez grande de cuivre (jusqu'à 11 °/₀) remplaçant surtout le zinc ; une petite quantité du vanadium y est aussi remplacée par de l'acide arsénique. Il existe des variétés manganésifères.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Dans le tube fermé, donne de l'eau. Sur le charbon, fusible avec partielle réduction en un globule de plomb, engagé dans une scorie noire. Avec le sel de phosphore, fournit une perle grisâtre, vert émeraude au feu réducteur et jaune orangé au feu oxydant. Avec le borax, donne un verre vert, qui, par addition de nitre, devient violet au feu oxydant dans les variétés manganésifères.

Soluble dans l'acide azotique étendu ; la solution évaporée à sec sur une lame de verre laisse un résidu rouge cramoisi (V^2O^5) ; le résidu, repris par de l'eau chargée d'acide sulfurique, laisse le plomb à l'état de sulfate ; la liqueur, décantée et saturée par du bicarbonate de sodium, laisse déposer des tétraèdres réguliers de bicarbonate double de sodium et de zinc. Ces réactions microchimiques sont tout à fait caractéristiques de la descloizite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Oran.* La descloizite est un minéral rare des affleure-

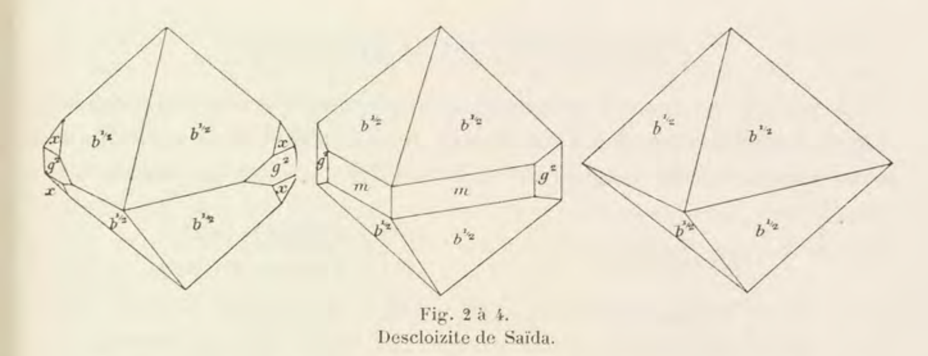


Fig. 2 à 4.
Descloizite de Saïda.

ments du filon plombifère à gangue de dolomite des environs de Saïda, dont il a été question page 411. Dans les échantillons, que je dois à M. Flamand, la descloizite se trouve soit seule, implantée sur des rhomboèdres de dolomite, soit associée à la vanadinite, qui est le plus

souvent le dernier minéral formé, bien que çà et là le cas inverse s'observe.

Cette descloizite forme des cristaux d'un noir un peu grisâtre peu transparents, ne dépassant guère 2 mm. de plus grande dimension. Ils offrent d'une façon constante les formes $b^{1/2}$ (111) prédominantes, avec fréquemment *m* (110), g^2(130) et plus rarement e^2 (012) et e_2 (132); ils ont tout à fait l'aspect de certains des cristaux de Lake Valley, décrits par vom Rath. Depuis la première description que j'en ai donnée (*B.S.M.* XXXI. 45. 1908), j'y ai observé en outre la pyramide nouvelle *x* (131), (fig. 4), faisant partie des zones pg^2 et $b^{1/2}\,g^1$.

Constantine. La descloizite existe, avec vanadinite, au Djebel Grouz; elle y forme de petites croûtes cristallines jaunâtres, dont je n'ai pu extraire aucun cristal déterminable.

Tunisie. — La descloizite accompagne la vanadinite à Djebba; elle lui est en général postérieure, mais parfois il existe une nouvelle génération de vanadinite implantée sur ses cristaux. Cette descloizite est tantôt d'un brun presque noir et tantôt d'un rouge foncé, rappelant celui de la vanadinite. Je n'ai pu extraire de cristal net; les fragments observés indiquent une forme analogue à celle des cristaux de Saïda.

GROUPE DE LA WAGNÉRITE

Ce groupe comprend plusieurs phosphates et arséniates monocliniques renfermant soit du fluor, soit de l'hydroxyle ; ce sont les espèces suivantes, dont une seule se rencontre dans des gisements français.

**Herdérite*...........	Ca[Gl.OH]PO^4 / Ca[Gl(OH.F)]PO^4
**Wagnérite*...........	Mg [MgF] PO^4
Triplite.............	(Fe,Mn) [(Fe,Mn)F]PO^4
**Triploidite*...........	(Mn,Fe) [(Mn, Fe).OH] PO^4
**Tilasite*.............	Ca [MgF] As O^4
**Adélite*..............	Ca [Mg.OH] AsO^4
**Sarkinite*..........	Mn [Mn.OH] AsO^4

TRIPLITE

$(Fe,Mn)[(Fe,Mn)F]PO^4$

Monoclinique.

Facies. La triplite ne se rencontre pas en cristaux géométriquement distincts, mais en individus cristallins constituant de grosses masses.

Clivages. Clivages, facile suivant h^1, difficile suivant g^1 (010); un troisième clivage signalé par quelques auteurs ne paraît pas exister. Cassure imparfaitement conchoïdale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 3,77 à 3,80.

Coloration et éclat. Brun girofle, brun rouge ou noir plus ou moins foncé. Poussière gris jaune. Translucide.

Éclat résineux très vif.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle au clivage difficile g^1 (010). La bissectrice aiguë, *positive* ($\mathbf{n}_g$), fait des angles d'environ 42°10′ (rouge), 41°53′ jaune (Dx.) avec le clivage facile h^1 (100). Dispersion inclinée notable, avec $\rho > v$.

	rouge	jaune	vert
2H à 20°C. =	96°15′	95°27′	95°20′

Pléochroïsme. Pléochroïsme distinct dans les teintes brunes et jaunes en lames un peu épaisses, avec minimum d'absorption suivant $\mathbf{n}_m$.

Composition chimique. La composition chimique est représentée par la formule $(Mn,Fe)[(Mn,Fe)F]PO^4$ ou $(Mn,Fe)^3P^2O^8$, $(Mn,Fe)F^2$, mais le rapport Fe : Mn varie suivant les gisements de 1 : 1 à 1 : 7 ; il existe des variétés contenant du calcium et du magnésium (*talktriplite*).

Les anciennes analyses de la triplite de Chanteloube n'indiquent pas de fluor. J'ai prié M. Pisani d'en faire une nouvelle analyse (*a*). Je la fais suivre de celle de Berzélius comme document (*Schweiger J.* XXVII. 70. 1819) (*b*).

von Kobell a donné un dosage du fluor de la triplite de ce même gisement et a indiqué 7 % (*J. f. prakt. Chem.* XCII. 193. 1864).

	a	*b*
P^2O^5	33,00	32,61
FeO	25,90	31,95
MnO	36,12	32,40
CaO+MgO	1,60	1,73
Fl	4,68	»
	100,45	98,69

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, fond très facilement en un globule noir, magnétique. Avec le borax, donne au feu oxydant la perle améthyste du manganèse et au feu réducteur la perle verte du fer. Traitée par l'acide sulfurique, donne les réactions du fluor.

Soluble dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore, quand le minéral est altéré. Attaquée par l'acide sulfurique avec dégagement d'acide fluorhydrique.

Altérations. La triplite est très fréquemment terne et parcourue par des veinules manganésifères ; elle paraît avoir contribué à donner par sa décomposition la dufrénite, l'anglarite, l'huréaulite.

Diagnostic. La couleur et l'éclat gras, l'absence de formes géométriques, ne permettent pas de confondre la triplite avec les autres phosphates qui l'accompagnent d'ordinaire.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* C'est dans les carrières de pegmatite des environs de Chanteloube en Razès, que ce minéral a été trouvé pour la première fois par Alluaud. Vauquelin l'a décrit sous le nom de *phosphate natif de fer mélangé de manganèse* (*Ann. chim.* LXI. 242. 1802 et *J. M.* XV, 295, 1802) ; Haussmann lui a donné son nom actuel en 1813 (*Handb. Miner.* 1079).

La triplite est le phosphate de fer et de manganèse le plus fréquent comme élément primordial des pegmatites du Limousin ; elle s'y trouve en masses pesant souvent plusieurs kilogrammes, dépourvues de toute forme cristalline ; mais par étude des clivages, il est facile de voir qu'elles constituent un seul individu cristallin. Il est rare de rencontrer de semblables blocs absolument purs, ils sont d'ordinaire plus ou moins altérés et imprégnés d'oxydes de manganèse ; j'ai quelquefois observé, dans leurs fissures, de petites paillettes d'autunite.

Les carrières qui ont fourni le plus de triplite sont celles de la Vilate et de Chatres près Chanteloube, de Chabanne et des Hureaux en Saint-Sylvestre, de Compreignac (Chatenet, Vénachat); de Bessines (le Mazataud, Avent, le pont de Barost, la carrière inondée à 2 km. environ de la grande route entre le Mazataud et le pont de Barost).

A la Vilate, la triplite est parfois associée à la triphylite et elle peut avoir contribué, elle aussi, à la production des minéraux secondaires : dufrénite, anglarite, qui l'accompagnent.

Saône-et-Loire. La triplite a été trouvée en petite quantité dans l'Autunois à l'origine du ravin dit « Creuse du Porchets » à Charmasse en Mesvre ; elle s'y présente sous forme de masses brunes, à éclat résineux, semblables à celles du Limousin.

GROUPE DE LA LUNNITE

Schrauf a proposé de réserver le nom de *lunnite* pour l'ensemble du groupe et de désigner sous celui de *dihydrite* le type se présentant en cristaux distincts et dont la composition chimique est représentée en partie par la formule $Cu^3(PO^4)^2 . 2\,Cu(OH)^2$; ces cristaux ne perdent pas d'eau à 200° C. ; les variétés compactes seraient constituées par des mélanges en proportion variable de *dihydrite*, de *phosphorocalcite* $Cu^3(PO^4)^2 . 3\,Cu(OH)^2$ et de *ehlite*, $Cu^3(PO^4)^2 . 2\,Cu(OH)^2 + H^2O$. L'examen optique des cristaux distincts et des variétés fibreuses ne m'a montré aucune différence essentielle.

Le seul minéral de ce groupe trouvé dans les gisements français est la phosphorocalcite de Schrauf ; j'adopte avec M. Dana le nom de pseudomalachite, comme de date plus ancienne.

PSEUDOMALACHITE

Monoclinique ou triclinique[1].

Formes et facies. La pseudomalachite se trouve en masses concré tionnées réniformes, botroydes, à structure fibreuse.

Clivages. Clivage g^1 (010) imparfait.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 3,4 à 4,4.

Coloration et éclat. Vert émeraude foncé, vert de gris, vert noir, souvent plus foncé à la périphérie des globules qu'à leur centre. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente en lames minces.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) faisant un angle

1. Schrauf, qui considérait la dihydrite comme triclinique, a déduit les paramètres suivants de ses mesures $a : b : c = 2{,}8252 : 1 : 1{,}53395$; $xy = 89°29'$; $zx = 91°0'$; $yz = 90°39'$.

d'environ 22° avec l'axe vertical, dans l'angle obtus ph^1 ; la bissectrice obtuse est à peu près normale à g^1 (010).

$$2\,E = 70^\circ \text{ environ.}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net, avec $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_p > \mathbf{n}_m$.

$\mathbf{n}_g$ = vert bleuâtre
$\mathbf{n}_m$ = vert jaune
$\mathbf{n}_p$ = bleu verdâtre

Composition chimique. La formule $Cu^3(PO^4)^2$. 2 $Cu(OH)^2$ ou 5 CuO P^2O^5. $2H^2O$ correspond à la composition *a*) ; en *b*), est donnée la composition correspondant à la formule $Cu^3(PO^4)^2$, 3 $Cu(OH)^2$ ou 6 CuO P^2O^5. 3 H^2O ; en *c* celle qui correspond à $Cu^3(PO^4)^2$. 2 $Cu(OH)^2$ + H^2O (ehlite) ou 5 CuO P^2O^5. $3H^2O$.

d) Analyse de la pseudomalachite de Las Coste.

	a	*b*	*c*	*d*
P^2O^5	24,7	21,2	24,0	20,00
CuO	69,0	70,8	66,9	71,44
H^2O	6,3	8,0	9,1	8,20
	100,0	100,0	100,0	99,64

Essais pyrognostiques. Comme pour la libéthénite.

Diagnostic. La couleur et la structure fibreuse peuvent faire confondre la pseudomalachite avec la malachite ; la dissolution dans les acides sans effervescence et les réactions de l'anhydride phosphorique données par la dissolution, ainsi que les propriétés optiques du clivage, fournissent un diagnostic rapide de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Tarn*. J'ai signalé, il y a quelques années, (*B. S. M.* XVII. 37. 1894) un curieux gisement de pseudomalachite, qui a été trouvé accidentellement dans la mine de las Coste en Alban-le-Fraysse : au mur du filon d'hématite, qui y est exploité, on a rencontré une poche remplie d'un mélange caverneux de quartz, de cuivre natif, de pseudomalachite et de malachite. Ces deux derniers minéraux constituent des masses mamelonnées et fibreuses, se distinguant aisément par leur couleur, qui est différente. La malachite est d'un vert un peu jaune, son éclat est soyeux, la pseudomalachite est d'un vert noir à la partie extérieure de ses mamelons ; elle est hérissée de pointes cristallines. Elle recouvre la malachite, elle-même implantée sur la

cuprite, qui enveloppe le cuivre natif; il existe parfois un vide entre la malachite et la pseudomalachite; assez rarement l'ordre de cristallisation des deux minéraux verts est renversé.

Rhône. J'ai recueilli des enduits mamelonnés, translucides, de pseudomalachite, recouvrant des cristaux de quartz, sur les haldes de la vieille mine de Montchonay en les Ardillats ; ce minéral n'est associé à aucune des nombreuses espèces existant dans ce gisement.

Maures. — *Var*. La pseudomalachite se trouve à la mine de la Garonne en petits mamelons d'un vert foncé, à surface brillante, associés à la chalcophyllite, à la lettsomite et à la malachite dans les fentes du poudingue quartzeux cuprifère.

Congo. — La pseudomalachite, en petits globules verts, constitue un minéral peu abondant dans la mine de Mindouli ; elle tapisse, avec malachite, les fissures de la chalcosite altérée ; elle est parfois recouverte de cristaux de pyromorphite.

CLINOCLASITE

(*APHANÈSE*)

$Cu^3(AsO^4)^2 . 3Cu(OH)^2$

Monoclinique : $mm = 56°$.

$b : h = 1000 : 1687,837$ (Dx) $D = 463,02$ $d = 886,35$

Angle plan de $p = 55°10'16''$

— $m = 99°28'14''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1,91424 : 1 : 3,64521 \\ zx = 79°18'. \end{array}\right]$$

Facies des cristaux. Les cristaux de clinoclasite sont allongés suivant l'axe vertical ou l'axe b, et présentent d'ordinaire les faces p (001), m (110), $a^{2/3}$ ($\bar{3}02$) largement développées. Le plus souvent, ces cristaux sont peu distincts, groupés en grand nombre à axes un peu déviés dans les zones ph^1 et pg^1, de façon à produire des associations plus ou moins sphériques, montrant à l'extérieur les faces p (001) des individus constituants. Ce minéral est connu aussi en masses fibreuses à extérieur concrétionné.

Clivages. Clivage parfait suivant p (001).

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 4,13 à 4,38.

Coloration et éclat. Coloration d'un vert noir bleuâtre à l'extérieur, d'un vert de gris à l'intérieur. Poussière vert bleuâtre. Transparente en lames minces.

Éclat nacré sur p, vitreux ou résineux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) presque perpendiculaire à p (001). Dispersion inclinée faible ; la dispersion des axes est notable avec $\rho < v$

$2H_a$ = 84°7′ à 84°12′, d'où 2E = 140°58′ à 141°14′ (vert).
85°34′ à 86°42′, = réflexion totale (bleu).

Pléochroïsme. Bien que le pléochroïsme de ce minéral n'ait jamais été signalé, il est intense : $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_m$.

$\mathbf{n}_g$ = bleu d'azur.
$\mathbf{n}_m$ = vert-bleu de mer.

Composition chimique. La formule $Cu^3(AsO^4)^2 . 3Cu(OH)^2$ ou $6CuO, As^2O^5 + 3H^2O$ correspond à la composition suivante :

As^2O^5.	30,3
CuO. .	62,6
H^2O.	7,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme pour l'olivénite.

Diagnostic. La couleur est, à elle seule, distinctive de tous les autres arséniates de cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. La clinoclasite est un minéral d'oxydation des filons cuprifères. Carrière l'a citée (*Ann. Soc. Émul.* 189. 1852) comme ayant été trouvée en cristaux groupés, d'un vert bleuâtre, dans une gangue de quartz et de barytine à la mine des Trois, à Sainte-Marie-aux-Mines. Je dois à l'obligeance de M. Lesslin le seul échantillon de ce minéral qui ait été recueilli dans ce gisement et qui répond bien à cette description.

DUFRÉNITE

$Fe\,PO^4Fe\,(OH)^3$

Orthorhombique : $mm = 97°44'$.

$b : h = 1000 : 321{,}00$ $D = 753{,}16$ $d = 657{,}81$

[$a : b : c = 0{,}8734 : 1 : 0{,}4262$ (Streng)]

Facies. La dufrénite est très rare en cristaux distincts ; elle forme le plus souvent des masses fibreuses ou fibrolamellaires, groupées parfois en masses concrétionnées à surfaces botroydes ou mamelonnées.

Clivages. Clivage facile suivant h^1 (100), moins facile suivant g^1 (010). Clivage ou cassure suivant p (001).

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,2 à 3,4.

Coloration et éclat. Vert de diverses nuances (pistache, olive, noir); par altération devient jaune ou brune. Poussière vert-serin. Transparente en lames minces seulement.

Éclat soyeux assez vif.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est parallèle au clivage le plus facile h^1 (100) ; la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) est parallèle à l'axe vertical. L'écartement des axes paraît petit, mais ne peut être mesuré à cause de la forte dispersion et de la couleur très foncée du minéral, même dans les lames très minces.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = vert d'herbe foncé.
$\mathbf{n}_m$ = jaune brun.
$\mathbf{n}_p$ = jaune d'or.

Le sens de l'absorption est $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_m > \mathbf{n}_p$; il en résulte que les sections parallèles à la base, qui sont perpendiculaires à $\mathbf{n}_p$, sont de couleur plus foncée que les sections de la zone d'allongement ; elles montrent les deux clivages grossiers et interrompus.

La dufrénite finement fibreuse de Rochefort-en-Terre possède une structure hélicoïdale enroulée comparable à celle de la calcédonite. Elle est visible même avec un seul nicol, grâce au pléochroïsme.

Composition chimique. La formule, $Fe^2(OH)^3PO^4$ ou $2Fe^2O^3\ P^2O^5$.

$3H^2O$ correspond à la composition centésimale *a*). L'existence de protoxydes dans certaines dufrénites rend désirable la révision de ce minéral au point de vue chimique.

Analyses de la dufrénite *b*) des Huréaux par Vauquelin [*A.P.C.* XXX, 202. 1825; les résultats ci-contre sont ceux donnés par Alluaud (*Ann. sc. nat.*, VIII. 542. 1826)].

c) de la même localité par M. Pisani (échantillon qui m'a servi à déterminer les propriétés optiques données plus haut).

d) de Rochefort-en-Terre par le même (*C. R.* LIII. 1020. 1861). Cette dufrénite est remarquable par sa haute teneur en alumine.

	a	*b*	*c*	*d*
P^2O^5...	27,5	28,35	34,11	28,53
Fe^2O^3..	62,0	56,20	49,19	54,40
Al^2O^3...	»	»	1,09	4,50
FeO....	»	»	2,16	»
Mn^2O^3..	»	6,15	5,80 (MnO)	»
H^2O....	10,5	9,20	8,32	12,40
	100,0	99,90	100,67	99,83

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en une scorie noire. Les autres réactions sont celles de la vivianite.

Diagnostic. La dufrénite a un peu l'apparence d'une chlorite ; ses propriétés optiques et pyrognostiques la font facilement reconnaître.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La dufrénite se rencontre dans deux catégories de gisements :

1° Dans les pegmatites.

2° Dans des gisements ferrifères.

1° *Dans les pegmatites.*

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Ce minéral a été découvert tout d'abord aux Huréaux en Saint-Sylvestre. Alluaud l'a décrit (*Ann. Soc. Émul.* VIII. 342. 1826) sous le nom de *sous-phosphate manganésifère*, d'après l'analyse *b* due à Vauquelin. C'est Al. Brongniart qui, dans ses *Tableaux des espèces minérales* (1833), l'a désigné sous le nom de *dufrénite*, en l'honneur de Dufrénoy.

Quelques-uns des beaux échantillons que j'ai étudiés datent de la découverte de 1826 et sont les originaux d'Alluaud. Depuis lors, le minéral a été retrouvé à la Vilate près Chanteloube, et a été signalé à Angelard, en Compreignac [1].

La dufrénite des Huréaux forme, au milieu de la pegmatite, des masses atteignant plus d'un décimètre de diamètre : elles sont constituées par des agrégats fibreux, dont les individus atteignent un centimètre ; leur couleur varie du vert foncé au vert jaune et au brun-châtain par altération. A la Vilate, comme aux Hureaux, la dufrénite est parfois associée à la triphylite, à la triplite et à l'hétérosite ; elle est recouverte par l'angelardite, l'huréaulite, la strengite et enfin par la psilomélane : ces divers minéraux sont de formation postérieure. La dufrénite paraît résulter de la décomposition de la triphylite.

Dans quelques échantillons de la Vilate, les fibres de dufrénite se terminent dans des cavités par une face plane brillante, mais je n'ai pu déterminer son orientation en l'absence de tout autre plan géométrique déterminé.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret m'a communiqué un échantillon de quartz de la pegmatite d'Orvault, riche en mispickel, dont les fentes sont tapissées de larges rosettes de dufrénite, prises tout d'abord pour de la scorodite.

2° *Dans les gisements ferrifères.*

Bretagne. — *Morbihan.* De très beaux échantillons de dufrénite ont été trouvés en 1861 dans les cavités d'une couche de limonite, mise à jour dans une petite carrière, aujourd'hui comblée, du parc du château de Pluherlin à Rochefort-en-Terre.

La dufrénite y tapissait des géodes, à surface mamelonnée ou botroyde, lisses et brillantes (analyse *d*). Leur structure est très finement fibreuse ; le minéral est d'un vert plus sombre que celui du Limousin ; il est recouvert parfois par des sphérolites jaune d'or, qui ont été rapportés à la cacoxénite. On a vu plus haut que la dufrénite de ce gisement

1. Dans son *Traité de Minéralogie*, Dufrénoy ne cite que ce gisement, qu'il appelle Anglar (voir page 522) et, au lieu de donner l'analyse de Berthier se rapportant à ce minéral, il a reproduit celle de l'*angelardite*, que l'on trouvera page 523. Il semble donc avoir confondu ces deux minéraux pourtant bien distincts.

est caractérisée au point de vue optique par ses enroulements hélicoïdaux (fig. 1).

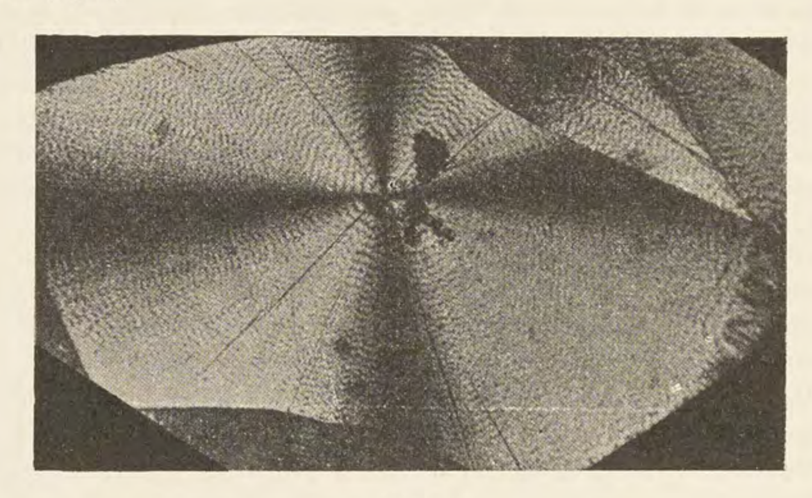


Fig. 1.
Dufrénite à structure hélicoïdale de Rochefort-en-Terre. Coupe mince d'un sphérolite.
(*Lumière polarisée parallèle.*)

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La dufrénite forme de petits sphérolites verts dans les fentes du quartz filonien d'Avrillé, contenant du mispickel.

LAZULITE
(*KLAPROTHINE*)

$(Mg,Fe)Al^2(OH)^2(PO^4)^2$

Monoclinique. $mm = 91°28'$

$b : h = 1000 : 1180,34 \quad D = 716,10 \quad d = 698,16$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c : = 0,97496 : 1 : 1,6483 \text{ (Prüfer)} \\ zx = 89°14' \end{array}\right]$$

Macles. Macle suivant h^1 (100), avec souvent accolement suivant un plan normal à l'axe vertical. Macles plus rares suivant $d^{3/4}$ (223).

Formes et facies. La forme la plus habituelle des cristaux de lazulite est caractérisée par la combinaison de $d^{1/2}$ (111) et de $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$).

Dans les gisements étudiés plus loin, le minéral forme des masses dépourvues de formes géométriques.

Clivages. Clivages indistincts suivant *m*.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 3,06 à 3,12 (Madagascar).

Coloration et éclat. Bleu azur à bleu de Prusse. Poussière blanche. Translucide ou opaque. Transparente en lames minces. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant avec l'axe vertical un angle de 9°45′ environ, dans l'angle aigu de ph^1. Dispersion inclinée faible, $\rho < v$ dans l'air, $\rho > v$ dans l'huile.

$\mathbf{n}_g = 1,639$ [M. L. et Lx. (Brésil)].
$\mathbf{n}_m = 1,632$
$\mathbf{n}_p = 1,603$
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,036$ 2 V = 69° environ

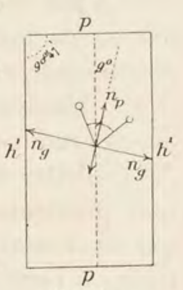


Fig. 1.
Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g = \mathbf{n}_p$ = bleu-azur
$\mathbf{n}_p$ = incolore.

Inclusions. L'examen microscopique fait voir que la lazulite, et particulièrement celle de Madagascar, est souvent extrêmement riche en inclusions liquides à bulle mobile.

Composition chimique. La formule $(Mg,Fe) Al^2(OH)^2 (PO^4)^2$ ou $(Mg,Fe)O\ Al^2O^3 P^2O^5 . H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante, quand Mg : Fe = 2 : 1.

b) Analyse de la lazulite de Madagascar par M. Pisani (*in* Lx. *B.S.M.* XXXI. 244. 1908).

	a	*b*
P^2O^5	45,4	45,30
Al^2O^3	32,6	35,22
MgO	8,5	9,19
FeO	7,7	3,95
H^2O	5,8	5,80
	100,0	99,56

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et blanchit. Au chalumeau, blanchit, se brise sans fondre ; colore la flamme en vert bleuâtre ; l'essai, imbibé d'azotate de cobalt et chauffé, donne la coloration bleue de l'alumine. Inattaquable par les acides.

Diagnostic. Sa dureté, ses propriétés optiques (notamment son pléochroïsme) et pyrognostiques ne permettent de confondre la lazulite avec aucun des minéraux (outremer, tourmaline) de couleur analogue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — Des échantillons de lazulite, ayant parfois plus de 7 centimètres de plus grande dimension, ont été rapportés depuis longtemps de Madagascar dans des lots de tourmaline ; leur gisement n'avait pas encore été précisé, quand M. Villiaume m'a donné une collection de minéraux (tourmalines polychromes à structure fibreuse notamment), recueillis par lui dans la région du Mont Bity : j'y ai trouvé (*Bull. Muséum*. 1899. 320) des échantillons de lazulite ne présentant que des rudiments de formes géométriques ; ils sont recouverts çà et là de paillettes de muscovite et associés à du quartz. Ces divers minéraux proviennent de filons de pegmatite. D'après un renseignement que m'a fourni récemment M. Tirlet, il semble que le gisement exact se trouve à l'ouest du Bity, aux environs du lac Anosy (N.-E. de Betafo).

Les échantillons de lazulite constituent toujours un individu cristallin unique ; ils sont très homogènes, à structure vitreuse, d'un bleu de Prusse magnifique ; la lazulite est translucide en petits éclats et offre la ressemblance la plus grande avec les échantillons trouvés au Brésil, dans les lavages diamantifères de la province de Miñas Geraes. La collection du Rév. Baron renferme un échantillon constitué par un mélange grenu de lazulite et de quartz, avec un peu de muscovite, dont les individus constituants n'ont pas plus de 2 mm. ; il est indiqué comme provenant du district de Vakinankaratra, sans indication plus précise.

J'ai décrit (*B. S.M.* XXV. 115. 1902) une roche curieuse paraissant abondante à Ambohimanjaka (E.N.E. de Betafo) ; elle est essentiellement constituée par de la lazulite et du disthène, avec un peu de quartz, de muscovite, de sphène, de tourmaline et de magnétite. Cette roche, associée à un gneiss à pyroxène, n'est pas sans analogie avec celle d'Horrsjöberg en Wermland, qui renferme en outre un minéral du groupe de la triplite (talktriplite).

Afrique équatoriale. — *Chari.* M. Courtet a trouvé (in Chevalier, *L'Afrique centrale française*. 689. 1907), la lazulite, intimement associée au disthène dans les quartzites micacés du Kaga M'Bra.

ARSÉNIOSIDÉRITE

$Ca^3Fe(AsO^4)^3.3Fe(OH)^3$

Hexagonale ou rhomboédrique.

Facies. L'arséniosidérite se présente en masses concrétionnées, fibrolamellaires ; les lames qui les constituent ont leur plan d'aplatissement compris dans la zone de fibrosité.

Clivages. Clivage suivant a^1 (0001).

Dureté. 1 à 2.

Densité. 3,52 à 3,88.

Coloration et éclat. Jaune d'or à jaune brun. Poussière jaune brun.

Transparente en lames très minces seulement.

Éclat fibreux et parfois soyeux très vif dans certains échantillons, dont l'aspect rappelle celui de l'or mussif.

Propriétés optiques. Uniaxe et *négative* ($\mathbf{n}_p$).

Pléochroïsme. En déterminant les propriétés de ce minéral (*B. S. M.* IX. 3. 1886) j'ai fait voir qu'il est pléochroïque dans les teintes suivantes [1] :

$\mathbf{n}_g$ = brun rouge
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair

Composition chimique. La formule $Ca^3Fe(AsO^4)^3.3Fe(OH)^3 = 6 CaO\ 4Fe^2O^3\ 3As^2O^5.9H^2O$ correspond à la composition donnée en *a*).

Analyses de l'arséniosidérite de Romanèche : *b*) par Dufrénoy (*A.M.* II. 343. 1842. et *C. R.* XII. 22. 1843) (abstraction faite de 4 °/₀ de silice gélatineuse).

c et *d*) par Rammelsberg (*P. A.* LXVIII. 508.1846).

e) par Church (*J. Ch. Soc.* XXVI. 102. 1873).

Ces analyses donnent toutes une quantité de fer en excès sur la formule ; ce fait peut s'expliquer par les nombreuses inclusions globuleuses d'hématite que décèle l'examen microscopique.

1. Par suite d'une erreur de transcription, qu'il est facile de rectifier par la phrase suivante, j'ai, dans cette note, interchangé les couleurs du pléochroïsme suivant $\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_p$.

	a	b	c	d	e
As^2O^5	37,8	35,69	39,16	38.74	39,86
Fe^2O^3	35,0	43,03	40,00	39,37	35,75
Mn^2O^3	»	1,35	»	»	»
CaO	18,3	10,03	12,18	12,53	15,53
MgO	»	»	»	»	0,18
K^2O	»	0,80	»	»	0,47
H^2O	8,9	9,10	8.66	9,36	7,87
	100,0	100,00	100,00	100,00	99,66

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, comme la scorodite. Les essais par voie humide mettent en outre en évidence la haute teneur en calcium.

Altérations. J'ai observé des pseudomorphoses complètes ou partielles d'arséniosidérite en gœthite et en romanéchite.

Diagnostic. L'arséniosidérite ne pourrait guère être confondue qu'avec la cacoxénite, si celle-ci se trouvait en masses aussi considérables au lieu de ne former que de minces enduits ; la constatation de la présence de la chaux permet un diagnostic immédiat.

Les variétés fibrolamellaires de jarosite ont aussi quelque analogie de facies extérieur avec certaines variétés d'arséniosidérite ; elles s'en distinguent facilement par les essais pyrognostiques, l'absence d'arsenic, la présence de l'acide sulfurique et des alcalis.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. L'arséniosidérite n'a guère été trouvée qu'à Romanèche près Mâcon, dans les filons manganésifères; elle n'est en effet qu'une extrême rareté à Schneeberg en Saxe.

L'arséniosidérite a été découverte en 1841 par mon grand'père, Tony Lacroix, mon premier maître en minéralogie. S'étant assuré que cette substance ne se rapportait à aucune des espèces connues, il en confia l'étude à Dufrénoy, qui en fit la description et la nomma (*A. M.* II. 243. 1842. *C. R.* XVI. 22.1843). Glocker (*Gener. et Spec. Miner. Synopsis*. 1847. 226) a proposé de remplacer le nom d'arséniosidérite par celui d'*arsénocrocite*, afin d'éviter la confusion avec le terme *arsénosidérite*, synonyme de löllingite ; mais celui-ci étant depuis longtemps abandonné, cette analogie de nom n'a pas d'inconvénient.

L'arséniosidérite a été rencontrée parfois en grande abondance dans la zone ferrugineuse des filons de romanéchite, dont il a été question

page 9; celle-ci n'étant atteinte que le moins possible par l'exploitation, il y a des périodes pendant lesquelles l'arséniosidérite ne se rencontre pas à Romanèche.

Elle forme des masses concrétionnées, fibreuses, atteignant parfois 2 à 3 cm. d'épaisseur dans une gangue d'hématite ou de gœthite et



Fig. 1.
Arséniosidérite recouverte par des cristaux de quartz. Romanèche.
(*Photographie réduite de moitié environ.*)

plus rarement de romanéchite. Cette arséniosidérite n'est pas un produit secondaire récent, elle est de formation primaire dans le filon, où on la trouve parfois alternant, avec des lits de minerais de manganèse, ou même de quartz ; elle est quelquefois englobée en fragments par du quartz, de la fluorine dans les parties remaniées des filons.

Enfin, j'ai observé des pseudomorphoses partielles ou complètes d'arséniosidérite en romanéchite et surtout en gœthite. Il n'est pas toujours facile du reste de savoir si ces minéraux résultent de la transformation de l'arséniosidérite ou s'ils se sont produits par concrétion sur elle en prenant la même structure; quoi qu'il en soit, on rencontre des croûtes d'arséniosidérite se terminant par l'un ou l'autre de ces minéraux.

COMBINAISON DE CHROMATES ET DE PHOSPHATES

VAUQUELINITE

(*LAXMANNITE*[1])

$2(Pb,Cu)CrO^4.\ (Pb,Cu)^3(PO^4)^2$

Monoclinique : $mm = 109°35'$

$b : h = 1000 : 1261,169$ D $= 587,118$ d $= 809,501$

Angle plan de $p = 71°54'20''$

— $m = 134°\ 3'47''$

[$a : b : c = : 1,37877 : 1 : 2,14807$ (Des Cloizeaux et Kokscharoff) $zx = 30°51'$]

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100) ; a^1 ($\bar{1}01$), comme plan de macle.

Macles. Macle suivant a^1 ($\bar{1}01$), observée par Haidinger sur des cristaux de Pontgibaud.

1. Le nom de *vauquelinite* a été donné par Berzélius (1819) à un minéral de Bérézowsk, auquel il a attribué la formule 3 (Pb,Cu)O. 2 CrO^3. En 1867, A. E. Nordenskiöld a décrit sous le nom de *laxmannite* le phosphochromate, dont les propriétés sont données ci-contre. Des Cloizeaux et Kokscharoff ont montré (*B.S.M.* V. 53. 1882) que tous les échantillons se trouvant dans les collections sous le nom de vauquelinite renferment de l'anhydride phosphorique et sont identiques à la laxmannite de Nordenskiöld. Il est donc vraisemblable que Berzélius a laissé passer dans son analyse l'anhydride phosphorique, comme dans la plumbogummite et que, par suite, la laxmannite et la vauquelinite, dont les caractères extérieurs sont identiques, ne constituent qu'une seule et même espèce. Il me semble préférable de conserver le nom de vauquelinite, qui est le plus ancien et qui, en outre, rappelle le savant qui a découvert le chrome. Dans le cas où il existerait réellement un minéral ayant la composition admise par Berzélius, il constituerait une variété cuprifère de *phœnicochroïte*.

Les angles ci-joints ont été mesurés par ce savant sur les cristaux de ce gisement.

	Angles calculés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
*mm	109°35′	ph^1 ant.	149°13′	149°
mh^1	145° 0′	*pa^1 adj.	67° 0′	
*pm	134°35′	$p\underline{p}$	134° 0′	134°30′

Faciès des cristaux. Les cristaux, généralement petits et peu distincts, sont le plus souvent enchevêtrés irrégulièrement ; ils constituent des masses mamelonnées, concrétionnées, parfois hérissées de pointements cristallins.

Clivages. Aucun clivage n'a été observé. Cassure inégale.

Dureté. 2,5 à 3. Fragile.

Densité. 5,8 à 6,1.

Coloration et éclat. Verte ou brune de diverses nuances. Poussière verte ou brunâtre. A peine translucide ; le plus souvent opaque ; transparente seulement en lames minces.

Éclat adamantin à résineux.

Propriétés optiques. Les trop petites dimensions des cristaux ne m'ont pas permis de déterminer les propriétés optiques de ce minéral ; il est possible seulement de constater qu'il est très biréfringent et biaxe.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net en lames minces dans les teintes d'un jaune d'or foncé et brunes.

Composition chimique. La formule $2(Pb,Cu)CrO^4.(Pb,Cu)^3(PO^4)^2$ correspond à la composition suivante. Les proportions relatives de plomb et de cuivre subissent quelques variations suivant les échantillons.

Cr^2O^3......	15,0
P^2O^5........	10,6
PbO........	69,5
CuO........	4,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, gonfle, bouillonne et fond en un globule gris foncé brillant, renfermant des grains métalliques. Avec le sel de phosphore, donne un verre transparent, vert au feu d'oxydation, qui, après avoir été chauffé au feu réducteur, devient rouge par refroidissement, surtout si l'on a ajouté de l'étain.

Soluble dans l'acide azotique, en fournissant une solution verte et un résidu jaune.

Diagnostic. L'association des réactions du cuivre, du plomb et du chrome sont très caractéristiques de ce minéral, qui ne peut guère être confondu avec aucun de ceux que l'on rencontre dans les filons métallifères.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* La vauquelinite est un minéral rare, provenant surtout de Bérésowsk (Oural) et de Congonhas do Campo, au Brésil.

Ce minéral a été aussi rencontré dans les mines de galène de Pontgibaud. Haidinger en effet a décrit (*Edingh. J. of. Sc.* VII. 213. 1827) un échantillon de plomb arséniaté mamelonné (sans doute campylite) sur barytine de ce gisement [probablement de Rosiers], qui lui avait été vendu par un marchand de Paris, nommé Roussel, et sur lequel se trouvaient de petits cristaux de vauquelinite, présentant les formes p (001), m (110), h^1 (100) et la macle suivant a^1 ($\bar{1}01$) (fig. 1). Cet échantillon, qui a fait partie de la collection Allan, est aujourd'hui dans celle du British Museum ; M. Fletcher a bien voulu, à ma demande, l'examiner et m'a écrit que les cristaux de vauquelinite qui le recouvrent actuellement sont peu distincts.

Fig. 1. Vauquelinite, Pontgibaud. Projection sur g^1 (010) de la macle suivant a^1 ($\bar{1}01$).

Toutes les recherches, effectuées par Des Cloizeaux, par M. Gonnard et par moi-même, soit à Pontgibaud, soit dans les collections françaises parmi les minéraux de ce gisement, n'ont pu faire retrouver de nouveaux échantillons de vauquelinite. Il n'y a du reste pas de raison de mettre en doute l'authenticité de l'origine de l'échantillon étudié par Haidinger ; la collection du Muséum possède en effet de très nombreux minéraux, de nature variée, procurés par Roussel vers cette époque déjà ancienne, et j'ai pu constater l'exactitude des indications fournies par ce collecteur.

La vauquelinite de Pontgibaud est le second minéral de ce gisement (l'autre est la *voltzite*), qui n'a été trouvé qu'une seule fois.

PHOSPHATES, ARSÉNIATES, ANTIMONIATES HYDRATÉS

COMPOSÉS NORMAUX

STRUVITE

$Mg(AzH^4)PO^4 + 6H^2O$

Orthorhombique, hémiédrique holoaxe : $mm = 120°57'$.

$b : h = 1000 : 793,60 \quad D = 870,12 \quad d = 492,87$

$[a : b : c = 0,56643 : 1 : 0,91207$ (Sadebeck)][1]

Formes observées. p (001) ; g^3 (120), g^1 (010) ; $\pm \frac{1}{2} a^1 [\lambda(101)]$, $\pm e^1 [\lambda(011)]$, $\pm \frac{1}{2} e^{1/2} [\lambda(021)]$; $\pm \frac{1}{2} e_3 (b^1 b^{1/3} g^1) [\lambda(121)]$.

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Nantes.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
[$g^3 g^3$ s. g^1	97° 8'	97°10'
[$*pa^1$	121°50'30"	121°40'
$a^1 a^1$ s. p.	63°41'	
[pg^3	90°	
[pe_3 s. g^3	112°20'30"	112°10'
[$e_3 g^3$	157° 4'	

	Angles calculés.	Angles mesurés.
[pe^1	137°38'	137°40'
[$e^1 e^1$ s. p.	95°16'	95°10'
[$pe^{1/2}$	118°44'	
[$e^{1/2} e^{1/2}$ s. p.	57°28'	
$*a^1 e^1$	112°56'30"	

Macles. Macles suivant p (001).

Facies des cristaux. Les cristaux de struvite sont toujours hémimorphes, mais présentent des aspects variés. Le plus souvent, ils

1. J'ai adopté ici la forme de Sadebeck, dans laquelle l'hémimorphisme a lieu suivant l'axe vertical. Des Cloizeaux a pris cet axe d'hémimorphisme pour b. Voici la concordance des deux systèmes :

p (001)	=	g^1(010) (Dx)
h^1 (100)	=	p (001)
g^1 (010)	=	h^1 (100)
g^3 (120)	=	a^1 (101)
a^1 (101)	=	e^1 (011) (Dx)
$e^{1/2}$ (021)	=	m (110)
e^1 (011)	=	g^3 (120)

sont allongés suivant l'axe vertical (fig. 1) ; ils peuvent cependant l'être suivant l'axe a. Dans d'autres cas, ils sont très aplatis et alors tantôt suivant g^1 (010) et tantôt suivant p (001).

Clivages. Clivages, très facile suivant p (001), moins net suivant g^1 (010). Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 2. Fragile.

Densité. 1,65 à 1,7.

Coloration et éclat. Jaune ou brun pâle, blanche. Généralement transparente. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à g^1 (010). Dispersion notable $\rho < v$.

Fig. 1.
Struvite.

$2E = 46°$ à $60°$ suivant les gisements et la température
$\mathbf{n}_m = 1{,}502$ (Na) (Dx)

Propriétés électriques. Pyroélectrique. Le pôle antilogue est constitué par l'extrémité des cristaux terminée par les faces a^1 (101) ou e^1 (011), dominantes, alors que le pôle analogue est formé par l'extrémité présentant la face p (001) la plus développée (fig. 1).

Composition chimique. La formule $Mg(AzH^4)PO^4 + 6H^2O$ correspond à la composition suivante.

P^2O^5.........	29,0
MgO.........	16,3
AzH^4O.......	10,6
H^2O.........	44,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau ammoniacale et devient d'un blanc opaque. Fusible au chalumeau, en colorant la flamme en vert et en donnant un globule, qui prend avec la solution de cobalt une couleur rouge (magnésie).

Peu soluble dans l'eau, soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. La struvite, exposée à l'air sec, s'effleurit rapidement en devenant blanche et opaque.

Diagnostic. L'hémimorphisme des cristaux de struvite, les réactions de l'ammoniaque et de l'anhydride phosphorique, en même temps que celles du magnésium, ne permettent de confondre ce minéral avec aucun autre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La struvite, qui n'est autre chose que le phosphate ammoniaco-magnésien des laboratoires, a toujours dans la nature une origine

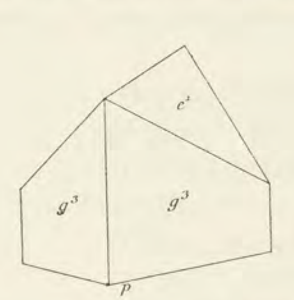


Fig. 2 et 3.
Struvite d'une fosse d'aisances de Nantes.

organique : elle se trouve dans les guanos, dans la tourbe imbibée du produit du lavage d'excréments de mammifères ; elle se forme parfois dans les fumiers et dans les fosses d'aisances.

La collection du Muséum possède un morceau de poutre extrait d'une fosse d'aisances de Paris ; cette poutre y avait séjourné pendant deux ans ; elle est couverte de cristaux de struvite atteignant 1 centimètre de plus grande dimension (type de la fig. 1) ; ils sont actuellement complètement effleuris.

M. Lecointe m'a communiqué de beaux cristaux du même minéral, trouvés dans de semblables conditions à Nantes (*Loire-Inférieure*). Ils sont remarquables par la prédominance des formes g^3 (120) et e^1 (011) qui constituent parfois à elles seules les cristaux avec une face p (fig. 2) ; dans d'autres cas, il existe en outre de petites facettes p supérieures, $1/2\, a^1$, $1/2\, e_3$ [λ (121)], h^1, g^1 (fig. 3).

Enfin M. Franchet, qui fut pendant de longues années le conservateur de la collection du marquis de Vibraye, m'a signalé que de très gros cristaux de struvite ont été recueillis par lui dans le sous-sol d'une très ancienne fosse à purin du château de Cour-Cheverny (*Loir-et-Cher*) : je n'ai pas retrouvé ces cristaux, lors de la vente de cette collection.

Gisement incertain.

Pyrénées. — M. Pisani m'a remis deux cristaux de struvite, provenant des Pyrénées, sans indication plus précise.

GROUPE DE LA VIVIANITE

Les minéraux de ce groupe sont isomorphes et présentent de remarquables analogies dans leurs propriétés physiques. Ce sont les suivants :

* *Bobierrite*.... $Mg^3(PO^4)^2+8H^2O$
* *Hörnésite*.... $Mg^3(AsO^4)^2+8H^2O$
Vivianite..... $Fe^3(PO^4)^2+8H^2O$
* *Symplésite*... $Fe^3(AsO^4)^2+8H^2O$
Erythrite.... $Co^3(AsO^4)^2+8H^2O$
Annabergite.. $Ni^3(AsO^4)^2+8H^2O$
* *Cabrérite*.... $(Ni, Mg, Co)^3(AsO^4)^2+8H^2O$
* *Köttigite*..... $(Zn, Co, Ni)^3(AsO^4)^2+8H^2O$

Tous ces minéraux sont monocliniques et les paramètres de ceux qui ont pu être étudiés cristallographiquement (vivianite, symplésite et érythrite) ne sont pas éloignés les uns des autres ; ils possèdent un clivage facile, micacé suivant g^1 (010). Le plan des axes optiques est dans tous normal à g^1 (010) ; $\mathbf{n}_p$ coïncide avec l'orthodiagonale.

VIVIANITE

$Fe(PO^4)^2+8H^2O$

Monoclinique : $mm = 108°10'$

$b : h = 1000 : 560,1415$ (Dx) D = 800,969 d = 598,705

Angle plan de $p = 106°26'44''$
— $m = 98°30'\ 7''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 0,74755 : 1 : 0,6994 \\ zx = 75°42' \end{array}\right]$$

1. M. de Limur a indiqué la symplésite comme existant à la Villeder (*op. cit.*, p. 33) ; ce produit étudié page 474 paraît être une variété non cristallisée de scorodite.

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010) ;
o^9 (109), o^2 (102), o^1 (101), $o^{1/4}$ (401), $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), $a^{4/7}$ ($\bar{7}04$), a^1 ($\bar{1}01$) ; $e^{3/2}$ (023), e^1 (011) ;
d^1 (112), $d^{1/2}$ (111), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), b^1 ($\bar{1}12$) ;
$x = (d^{1/5}\, d^{1/11}\, h^{1/6})$ (836), $z = (b^{1/5}\, b^{1/11}\, h^{1/3})$ ($\bar{8}33$) ; $y = (d^1\, b^{1/4}\, g^{1/7})$ (3.5.14).

Les angles suivants ont été mesurés par Des Cloizeaux sur les cristaux de Cransac et de Commentry, ou par vom Rath (R) sur ceux de Commentry : c'est de ces mesures que Des Cloizeaux a déduit les paramètres adoptés ici.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*mm$	108°10′	108°10′ moy.	$pd^{1/2}$	137°24′	
mh^1	144° 5′	144°17′ moy.	$d^{1/2}m$	144° 8′	144° à 144°10′
mg^1	125°55′	125°58′ à 59′	$d^1d^{1/2}$	164°18′	164° 5′
h^1g^1	90°		pm ant.	101°32′	101°40′ à 102°20′
po^9	173°23′		pb^1	147°23′	147°24′
o^9h^1	109°54′	109°10′ à 110°	b^1m	111° 5′	110°55′ à 111°20′
po^2	157°53′		$pb^{1/2}$	124°11′	123°13′ à 124°12′
o^2h^1	126°25′	125° à 126°	$b^{1/2}m$	134°16′	134° 1′
po^1	143°38′		$b^1b^{1/2}$	156°48′	156°50′ moy.
$^*o^1h^1$	140°40′	140°40′	$d^1b^{1/2}$ s. p	97°17′	97°40 à 45′
$po^{1/4}$	117°57′		d^1b^1 s. p	120°29′	120°26′
$o^{1/4}h^1$	166°21′		$d^1b^{1/2}$ s. m	82°43′	82°40′
ph^1 ant.	104°18′	104° env.	$d^{1/2}b^{1/2}$ s. p	81°36′	81°55′ à 57′
pa^1	130°18′	129°30′ à 40′	pm post.	78°28′	77° env.
$^*a^1h^1$	125°24′	125°24′	px adj.	136°11′	
$pa^{4/7}$	110°35′		pz —	98°42′	
$a^{4/7}h^1$	145°7′	145°28′	py adj.	163°31′	163 à 163°40′
$pa^{1/2}$	106°31′		$d^{1/2}h^1$ ant.	135° 0′	134°55′
$a^{1/2}h^1$	149°11′		e^1h^1 ant.	101°48′	
$pa^{1/4}$	91°12′		$b^{1/2}h^1$ ant.	59°47′	59°49′
$a^{1/4}h^1$	164°30′		$d^{1/2}b^{1/2}$ s. e^1	104°47′	104°48′
o^9a^1 s. p	124°42′	126° env.	$d^{1/2}h^1$ post.	45° 0′	45° 5′
o^1a^1 s. p	93°56′	93°48′	$b^{1/2}z$	147°58′	147°35′ à 148°49′
$a^1a^{4/7}$	160°17′	159°37′ env.	$b^{1/2}h^1$ post.	120°13′	120°12′ moy.
$pe^{3/2}$	155°42′	156°40′	zh^1 post.	152°15′	152° 3′ moy.
$e^{3/2}g^1$	114°18′	113°20′	d^1h^1 ant.	124°51′	125° 2′ moy.
pe^1	145°53′		xh^1	145°31′	
e^1g^1	124° 7′		b^1h^1 post.	102° 8′	101°59′ moy.
pg^1	90°		xd^1	159°20′	
pd^1	153° 6′	153°20′	d^1b^1 adj.	133° 1′	133° 9′
d^1m	128°26′	128°10′ à 30′	d^1e^2	158°41′	

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$g^1 d^{1/2}$	113°54′	113°43′ moy.	$a^1 m$	62° 1′	62°47′
$g^1 o^1$	90°		$a^1 b^1$	150°56′	151°10′ à 150°52′
$d^{1/2} o^1$	156° 6′	156°29′ moy.	$a^1 m$ adj.	117°59′	118°15′
$d^{1/2} d^{1/2}$ s. o^1	132°12′		$o^{1/4} m$ adj.	141°54′	
$g^1 d^1$	105°43′	105°40′ moy.	$a^{4/7} m$ adj.	131°38′	132°
$g^1 o^2$	90°		$a^{1/4} m$ adj.	141°18′	140°20′ à 141°
$d^1 o^2$	164°17′		zm adj.	150°50′	150°58′
$d^1 d^1$ s. o^2	148°34′	148°46′ moy.	$d^1 e^{3/2}$	157°33′	
$g^1 b^1$	108°50′	108°35′ moy.	$d^1 b^{1/2}$ s. e^3	113°21′	113°55′ à 114°15′
$b^1 b^1$ adj.	142°20′	142°43′ à 47′	$e^{3/2} b^{1/2}$	135°48′	134°28′ à 135°22′
$g^1 b^{1/2}$	119°41′	119°32′ à 44′	py	163°31′	163°40′ à 164°20′
$g^1 a^1$	90°		$g^1 y$	102°47′	102°25′ à 103°
$b^{1/2} a^1$	150°19′	150°20′ à 26′	yy adj.	154°26′	155° env.
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. a^1	120°38′	120°44′	$g^1 y$ s. y	77°13′	77°40′ à 45′
$g^1 z$	105°28′	105°38′	yd^1 adj.	168°22′	169° à 169°45′
zz adj.	149° 4′	150°12′	yd^1 opp.	147°35′	149°33′
$o^1 m$ adj.	128°47′	128°43′	ya^1 adj.	119° 0′	117°48′
$o^1 d^1$	158°54′	158°48′	$yb^{1/2}$ adj.	122° 3′	120°55′ à 121°
$o^1 e^1$	131°48′		$yb^{1/2}$	108° 9′	107°20′
$d^1 m$ post.	72°19′	72°13′ à 37′	$y m$ adj.	117°26′	
$e^{3/2} m$ adj.	115° 4′		px	136°11′	
$e^1 m$ ant.	119°39′		$h^1 x$	145°31′	143° env.
$b^1 m$	91° 5′	91°20′ à 25′	xd^1	159°20′	159°20′ à 160°

Les cristaux sont souvent très allongés suivant l'axe vertical, parfois aplatis suivant h^1 (100) : les faces prismatiques sont striées parallèlement à l'axe vertical.

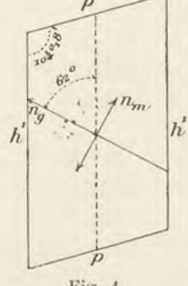


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire à la bissectrice obtuse n_p.

Les cristaux sont souvent groupés en masses réniformes ou globulaires à structure fibrolamellaire divergeant d'un centre.

Le minéral se trouve aussi en masses terreuses (*fer azuré*).

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait donnant des lames très flexibles. Traces de clivage suivant h^1 (100). Cassure fibreuse dans une zone presque perpendiculaire à l'axe vertical.

Dureté. 1,5 à 2. Sectile.

Densité. 2,58 à 2,68. 2,685 (Cransac). 2,69 (Le Pouldu).

Coloration et éclat. Très rarement incolore, plus souvent bleue, verte, devenant de plus en plus foncée par exposition à l'air. Transparente.

Éclat nacré et un peu métallique sur le clivage g^1 (010), vitreux sur les autres faces. Aspect terreux pour quelques variétés.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n_g}$) fait (Dx) un angle de 61°28′ avec h^1 (100), dans l'angle obtus de ph^1 (rayons jaunes). Faible dispersion horizontale, avec $\rho < v$. Les indices mesurés sont pour la lumière du sodium ; ils doivent être influencés par la teneur en Fe^2O^3.

	Cransac (Gaubert).	Cornwall (Rosicky).
n_g =	1,6267	1,6360
n_m =	1,5930	1,6012
n_p =	1,5768	1,5818
$n_g - n_p$ =	0,0499	0,0542
2 V =	73°10′	79°50′

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense.

n_g, n_m } jaune verdâtre ou incolore.
n_p = bleu indigo.

Les sections taillées perpendiculairement à un axe optique montrent le phénomène des houppes.

Composition chimique. La formule $Fe^3(PO^4)^2 + 8H^2O$ correspond à la composition centésimale *a*) ; une petite quantité de protoxyde de fer est généralement transformée en sesquioxyde dans les vivianites très bleues.

b) Analyse de la vivianite terreuse d'Alleyras par Berthier (*J. M.* XXVIII. 73. 1810).

	a	*b*
P^2O^5......	28,3	23,10
FeO.......	43,0	43,00
MnO......	»	0,60
H^2O.......	28,7	32,40
$Al^2O^3 + SiO^2$	»	0,60
	100,0	99,70

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, s'exfolie, blanchit, puis devient jaune en prenant un reflet métallique. Au chalumeau, fond facilement en colorant la flamme en bleuâtre et en donnant un globule noir magnétique. Avec les flux, donne les réactions du fer. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

Altérations. Par oxydation, la vivianite devient de plus en plus bleue, puis brune, enfin, elle se transforme en une matière jaune pouvant rester transparente ; je décrirai page 537, sous le nom d'*égueïite*, le terme ultime de cette transformation, accompagnée de déshydratation.

Diagnostic. La coloration bleue et les propriétés optiques sont caractéristiques des variétés terreuses de vivianite. Quand le minéral est cristallisé, sa forme, la flexibilité de ses cristaux bleus ne permettent de le confondre avec aucune autre espèce.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

De beaux cristaux de vivianite se trouvent en Cornwall et dans d'autres régions au milieu de filons métallifères ; ce genre de gisement n'est pas réalisé en France où ce minéral a été constaté :

1° dans les produits des houillères embrasées ;

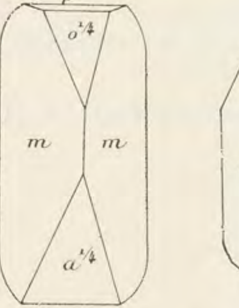
2° dans les fentes de roches diverses ;

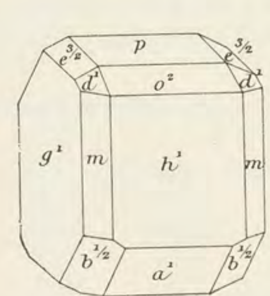
3° dans des argiles ou roches sédimentaires variées.

Dans tous ces gisements, la vivianite est un minéral secondaire [1].

1° *Dans les produits des houillères embrasées.*

Plateau Central. — *Allier* et *Aveyron.* Les plus beaux cristaux





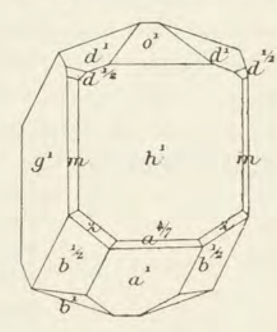


Fig. 2 à 4.
Vivianite des roches fondues de Commentry.

de vivianite que j'ai vus proviennent de Commentry [2] (*Allier*), de Cransac et de Lavaysse en Aubin (*Aveyron*) ; ils se trouvent dans les

1. Voir page 522 à *anglarite* pour un minéral des pegmatites, jusqu'ici confondu avec la vivianite.

2. Les anciens auteurs désignaient ce gisement sous le nom de la Bouiche près Néris.

vacuoles des roches feldspathiques souvent riches en cordiérite (voir t. I, p. 531), produites par la fusion des couches houillères sous l'influence des incendies souterrains.

Dans tous ces gisements, la vivianite résulte de l'oxydation de la rhabdite, consécutive à la réduction des nodules de sidérite phosphoreuse, contenus originellement dans les sédiments (voir tome II, p. 462). Sa cristallisation est donc un phénomène postérieur à la production de ces roches fondues, qui ont généralement subi une altération assez profonde, rendant difficile la conservation de ces beaux échantillons.

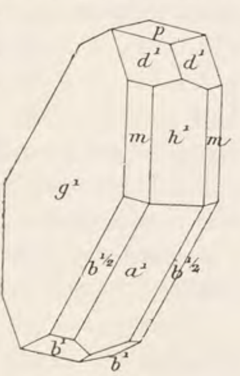
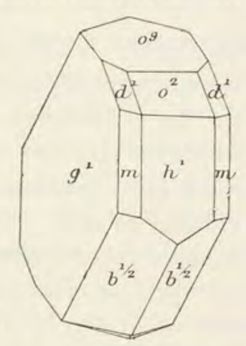


Fig. 5.
Vivianite de Cransac.

Les cristaux de vivianite de ces divers gisements ont été observés pour la première fois par Coq (*J. M.* XIX. 410. 1806), et depuis lors ils ont été cités par de nombreux auteurs et notamment par Lévy et par Dufrénoy. Des Cloizeaux les a étudiés (*Mém. Sav. étrang.*, XVIII, 184. 1867 et *op. cit.* II. 495), et vom Rath a donné quelques angles dans sa Monographie de la vivianite du Cornwall (*P. A.* CXXXVI. 405. 1869). J'ai eu moi-même l'oc-



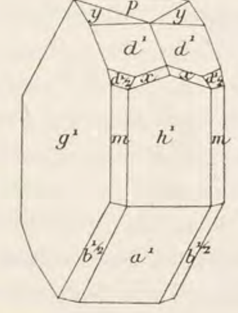


Fig. 6 et 7.
Vivianite des roches fondues de Cransac.

casion d'en étudier de nombreux cristaux, quand mon savant maître a bien voulu m'associer à la rédaction du dernier fascicule de son Manuel de Minéralogie.

Les cristaux de tous ces gisements présentent les mêmes caractères ; ils sont peu ou pas allongés suivant l'axe vertical ou suivant une arête $g^1 b^{1/2}$, parfois un peu aplatis soit suivant h^1 (fig. 3 et 4), soit suivant g^1 (fig. 5 à 7). Ils sont disséminés en plus ou moins grand nombre dans les

cavités bulleuses de la roche; ils peuvent atteindre un centimètre. Leur couleur est le bleu foncé; leurs faces sont très éclatantes, mais parfois un peu arrondies.

Bien que l'aspect général soit le même, quelques formes sont spéciales à un gisement particulier; tels par exemple o^1 (101), $o^{1/4}$ (401), $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $a^{4/7}$ ($\bar{7}04$), z ($\bar{8}33$) pour Commentry, o^9 (109), o^2 (102), y (3.5.14) et x (836) pour Cransac. Toutes les faces énumérées plus haut ont été observées dans ces divers gisements; les figures 2 à 6 représentent les principales d'entre elles.

Voici les combinaisons citées par Des Cloizeaux et auxquelles je n'ai rien à ajouter :

Commentry : $mh^1 o^{1/4} a^{1/4}$; $mpo^{1/4} a^{1/4}$; $mh^1 g^1 o^1 a^1 d^1 d^{1/2} b^1 b^{1/2} a^{4/7} z$; $mh^1 pa^1 b^{1/2}$; $ma^{1/4} po^{1/2}$.

Cransac : $mh^1 g^1 o^9 a^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 o^9 o^2 d^1 b^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 p a^1 d^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 p a^1 d^1 b^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 a^1 d^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 p a^1 d^1 d^{1/2} b^{1/2} y x$.

Lavaysse en Aubin : $mh^1 g^1 a^1 d^1 d^{1/2} b^1 b^{1/2}$.

Les combinaisons suivantes proviennent de l'un ou de l'autre de ces gisements : $mh^1 g^1 p a^1 b^{1/2}$; $mh^1 g^1 p o^2 a^1 e^{3/2} d^1 b^{1/2}$ (Commentry ?); $mh^1 g^1 d^1 b^1 b^{1/2}$ (Cransac ?).

2° *Dans les roches sédimentaires.*

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* J'ai décrit (*B.S.M.* XVIII. 39. 1894) de beaux cristaux de vivianite dans les diaclases des phyllades ardoisiers du Poulden en Caurel. Ces diaclases sont tapissées de très petits cristaux de sidérite, sur lesquels sont implantés ceux de vivianite ; ils sont d'un beau bleu, transparents et peuvent atteindre plusieurs centimètres suivant l'axe vertical. Ils sont aplatis suivant g^1 (010) et donnent de belles lames de clivage; leurs angles sont malheureusement arrondis et leurs arêtes courbes; les mesures précises sont donc impossibles ; j'y ai toutefois noté les formes m (110), h^1 (100), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), a^1 ($\bar{1}01$). Il semble que ce soit ce même gisement ou un gisement très voisin que M. Bézier a signalé plus récemment (*Bull. Soc. sc. nat. et méd. Ouest.* II. 139. 1895), en indiquant comme localité Mur, sur les bords du Blavet.

3° *Dans des argiles et des roches sédimentaires variées.*

La vivianite se rencontre dans les formations sédimentaires les plus variées, mais particulièrement dans les argiles récentes et dans les

tourbières. Elle s'y produit par la réaction de phosphates solubles sur les sels de fer qui les accompagnent, ou des sels solubles de fer sur des phosphates, tels que ceux d'ossements.

Cette vivianite forme quelquefois des cristaux distincts, tapissant les cavités d'ossements de mammifères ou de coquilles, mais le plus souvent on l'observe sous la forme terreuse d'un beau bleu : c'est le *fer azuré* des anciens minéralogistes.

Dans beaucoup de gisements, le minéral au moment de sa découverte est blanc ou jaunâtre et ne bleuit que par exposition à l'air. Cette vivianite terreuse, qui généralement se résout au microscope en petites lamelles, épigénise ou imprègne fréquemment des ossements fossiles, des graines, des racines ou des tiges de végétaux. Je rappellerai que c'est le phosphate ferreux, mais non individualisé, qui colore en bleu *l'odontolite* étudiée plus loin.

Les gisements que l'on pourrait citer sont extrêmement nombreux, en voici quelques-uns comme exemple :

Normandie. — *Calvados*. Trouville.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Dans les dents de divers mammifères à Vaugré près Dinan.

Ille-et-Vilaine. A l'intérieur de dents de bœuf, de cheval et de divers os creux des alluvions de la Vilaine (Béziers, *Bull. soc. médic. Ouest*. IV. 1895), à Rennes, Redon, etc.

Loire-Inférieure. La vivianite est fréquente dans ce département ; M. Baret a cité quelques gisements (*op. cit.* 87. 1898) et m'a communiqué des échantillons provenant de plusieurs autres. Couëron, dans des prairies marécageuses, recouvrant du bois, des glands, des fruits. Nombreux gisements à Nantes même (fondations de l'Hôtel-Dieu) ou dans ses environs : dragages de la Loire (dans dents de cheval et de bœuf), rive droite de la Sèvre près de Gorge ; Blain (petites rosettes sur os de mammifères et sur poteries gallo-romaines), etc.

Maine et Anjou. — *Maine-et-Loire*. Dans le sénonien de la forêt de Fontevrault : sur des débris organiques du lit de la Maine à Angers ; dans les argiles de Savennières.

Sarthe. Environs du Mans.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J'ai décrit (*B.S.M.* XIV, 325. 1891) des épigénies de dents d'*Elephas* sp. des graviers (pliocènes ou quaternaires) d'Arraunts près Ustaritz, aux environs de Bayonne. Les lames d'ivoire sont intactes, leurs intervalles sont remplis par de la vivianite pulvérulente d'un bleu pâle ; par places, la surface de l'ivoire est recouverte d'un enduit cristallin du même minéral.

M. Vasseur m'a signalé la vivianite pulvérulente dans les argiles (pliocènes ?) d'une tuilerie, située à peu près à égale distance de Bayonne et de Tarnos.

Hautes-Pyrénées. Chemin de Paloumières près Bagnères-de-Bigorre.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Alleyras [nodules bleu pâle et terreux à l'extérieur, formés intérieurement par l'enchevêtrement de petits cristaux lamelleux (analyse *b*)] ; Viaye.

Haute-Vienne. Dans les déblais des anciens fossés de Saint-Yrieix (épigénie de végétaux).

Puy-de-Dôme. Dans la randannite impure de Saint-Saturnin, en épigénies de tiges de végétaux, (variétés bleue et jaune) ; dans des terres marécageuses de Malintrat et de Sarlière près Clermont.

Cantal. Dans la vallée de Vigent près Mauriac.

Allier. Dans les argiles des environs de Commentry.

Saône-et-Loire. M. Lafay m'a communiqué des dents de cheval trouvées à Mâcon lors de la construction des égouts ; elles sont couvertes de petits cristaux peu distincts de vivianite.

Champagne. — *Aube*. Dans la terre végétale recouverte de fumier et à la surface d'un fer à cheval à Gérodot ; dans une couche de tourbe aux environs de Troyes.

Oise. Dans l'argile de Goincourt.

Vosges. — *Haute-Saône*. Sage a décrit (*Mém. Ac. Sc.* 2e *série*, 1806. 99) des cristaux nets de vivianite trouvés dans une vieille canalisation (romaine ?) à Luxeuil ; ils recouvraient de la tourbe et des ossements.

Meurthe-et-Moselle. De petits cristaux de vivianite ont été trouvés par M. Nicklès à l'intérieur d'ossements humains, colorés en vert bleuâtre, du cimetière d'Eumont (Eulmont). (*C. R.* XLI. 1169. 1855).

Haute-Saône. Chambois.

Ain. Des ossements devenus fragiles et transformés en vivianite pulvérulente, ainsi que des végétaux imprégnés du même minéral, ont été signalés dans des prairies marécageuses sur le bord du ruis-

seau de Cons (affluent de la Reissouze), dans la forêt de Seillon, à la porte de Bourg-en-Bresse. Dans le voisinage, des coquilles bivalves étaient colorées en bleu (Riboud. J. P. XXXIII. 423. 1788).

Madagascar. — La vivianite en rognons cristallins fibreux, contenant parfois des géodes de cristaux distincts, paraît assez fréquente dans les marais du massif d'Ankaratra. J'en ai vu notamment des échantillons recueillis à 80 km. au Sud de Tananarive, et d'autres à Kelilalana.

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*Minéraux et Minerais du Tonkin*, 1909.99), de petites masses terreuses de vivianite, trouvées avec débris organiques dans une argile des fondations du pont Doumer à Hanoï, sur le Fleuve Rouge.

Dans les sources thermales.

Champagne. — *Haute-Marne*. M. Daubrée a observé des enduits de vivianite à la surface d'objets de fer provenant des thermes de Bourbonne-les-Bains.

Gisements inexactement signalés.

La vivianite a été signalée par quelques auteurs dans certaines roches volcaniques d'Auvergne, et particulièrement dans des roches basaltiques. Les enduits bleuâtres auxquels il est fait allusion ne contiennent pas d'anhydride phosphorique ; ils sont souvent constitués par une très mince couche d'opale.

ÉRYTHRITE

$$Co^3(AsO^4)^2 + 8\ H^2O$$

Monoclinique. $mm = 105°5'$

$b : h = 1000 : 576{,}29 \quad D = 783{,}39 \quad d = 621{,}70$

Angle plan de $p = 103°\ 3'$

— $m = 99°21'$

[$a : b : c := 0{,}7937 : 1 : 0{,}7356$. (Groth)[1]]

$zx = 74°51'$.

1. La forme adoptée ici met en évidence l'isomorphisme de l'érythrite et de la vivianite. Des Cloizeaux a pris une forme différente dont voici la concordance :

	(Dx)		(Dx)
a^1 ($\bar{1}01$) =	p (001)	g^7 (340) =	m (110)
h^1 (100) =	h^1 (100)	g^1 (010) =	g^1 (010)

Facies. L'érythrite est très rare en cristaux distincts, ceux-ci présentent les formes *m* (110), g^1 (010), a^1 ($\bar{1}01$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$). Dans les gisements français, elle se trouve uniquement en lames, groupées en forme de globules ou de sphérolites d'étoiles ; plus souvent même elle est pulvérulente (*rhodoïse* de Huot) ou constitue des enduits sans apparence cristalline.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait, fournissant des lames flexibles dans une direction perpendiculaire à g^1 et presque perpendiculaire à l'axe vertical. Traces suivant h^1 (100) et a^1 ($\bar{1}01$).

Dureté. 1,5 à 2,5 avec maximum suivant g^1. Sectile.

Densité. 2,948.

Coloration et éclat. Rouge cramoisi, à rouge-fleur de pêcher. Poussière rose pâle dans les variétés terreuses. La poussière est de même couleur que le minéral, mais plus pâle.

Éclat nacré sur le clivage g^1 (010), éclat vitreux et adamantin dans les autres directions. Souvent aspect terreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010). Dispersion tournante faible avec $\rho > v$.

$$\mathbf{n}_g = 1,6986 \text{ (Na) (Gaubert)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1,6619$$
$$\mathbf{n}_p = 1,6263$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0723, \text{ d'où } 2\,V = 89^\circ 2'$$
$$2\,H = 102^\circ 1' \text{ à } 104^\circ 31' \text{ jaune (Dx).}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense dans les teintes rouges, avec minimum d'absorption suivant $\mathbf{n}_m$.

Les sections taillées perpendiculairement à un axe optique montrent le phénomène des houppes.

Composition chimique. La formule $Co^3(AsO^4)^2 + H^2O$ correspond à la composition centésimale *a*).

b) Analyse de l'érythrite des Chalanches par Laugier.

	a	*b*
As^2O^5	38,4	40,0
CoO..............	37,5	20,5
NiO	»	9,2
FeO...............	»	5,5
H^2O..............	24,1	24,5
	100,0	99,7

Une partie du cobalt peut être remplacée par du nickel, du fer, du calcium. L'érythrite des Chalanches est exceptionnellement riche en nickel ; l'annabergite existant dans le même gisement, il est possible que le nickel s'y trouve à l'état d'impureté et non à celui de mélange isomorphe.

Les variétés terreuses (rhodoïse) sont souvent mélangées d'argent.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et devient bleue. A haute température, l'arsenic se sublime sous forme d'acide arsénieux et le résidu devient noir. Au chalumeau, fond facilement en une masse grise, et colore la flamme en bleuâtre. Sur le charbon, fond en dégageant une odeur arsenicale.

Soluble dans l'acide chlorhydrique en une solution rose.

Diagnostic. La coloration rose et les propriétés optiques des lames de clivage sont caractéristiques de l'érythrite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'érythrite est le produit habituel de l'altération des arséniures et des sulfoarséniures de cobalt ; elle se trouve plus souvent sous forme d'enduits terreux que de lames cristallines distinctes.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Des enduits d'érythrite ont été signalés dans le filon de blende de Châtelaudren (voir tome II, p. 630).

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Les échantillons de smaltite de la mine de Juzet près Montauban-de-Luchon sont recouverts d'un enduit rose d'érythrite terreuse.

[*Aragon*]. L'érythrite se trouve en abondance à la surface de la smaltite et de la cobaltite des mines de Gistain. J'ai étudié un joli échantillon recueilli en 1840 dans la mine Christine, à Saint-Jean ; les lamelles, qui constituent des rosettes, ont des formes nettes.

Vosges. — [*Alsace*]. L'érythrite était fréquente aux affleurements des filons cobaltifères de Sainte-Marie-aux-Mines.

Alpes. — *Isère*. Les mines des Chalanches ont fourni en très grande abondance de l'érythrite, constituant le plus souvent des masses terreuses d'un rose pâle ; leur gangue la plus habituelle est l'asbolite argentifère, qui en est souvent imprégnée. Le minéral est parfois aussi mélangé d'annabergite.

En brisant des blocs de ces minéraux, faisant partie de la collection du Muséum, j'ai trouvé de petites lames d'érythrite d'un rouge foncé, permettant de déterminer les propriétés optiques de ce minéral. On trouve aussi de l'érythrite en enduit à la surface de la smaltite.

ANNABERGITE

$Ni^3(AsO^4)^2+8H^2O$.

Monoclinique.

Clivage. Clivage parfait suivant g^1 (010).

Facies. L'annabergite se rencontre exclusivement sous forme de petites lames, de petites aiguilles ou de masses caverneuses ou terreuses, mais dont la cristallinité apparaît souvent au microscope.

Dureté. 2 à 2,5. Cassure inégale ou terreuse.

Densité. 3,08 à 3,13 (Les Chalanches).

Coloration et éclat. Vert-pomme. Transparente en lames minces seulement.

Parfois, même éclat que l'érythrite, mais plus souvent aspect terreux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010).

$2H = 104^o$ à 107° (Lx.) jaune.

$\mathbf{n}_g = 1,68$ $\mathbf{n}_p = 1,65$ environ (Schröder van der Kolk).

Pléochroïsme. Pléochroïsme très faible, dans les teintes vertes.

Composition chimique. La formule $Ni^3(AsO^4)^2+8H^2O$ correspond à la composition *a*). Une petite quantité du nickel peut être remplacée par du cobalt, par du calcium.

b) Analyse de l'annabergite des Chalanches par Berthier (*A. M.* IV. 473. 1819).

	a	*b*
As^2O^5	38,5	36,8
NiO	37,4	36,2
CoO	»	2,5
H^2O	24,1	24,5
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube et noircit. Au chalumeau, dégage une odeur arsenicale et donne un bouton métallique, qui produit avec le borax une perle d'abord bleue, puis violette à brun

rouge (Ni) : elle devient grise au feu réducteur. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. La coloration et les propriétés pyrognostiques sont caractéristiques de l'annabergite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'annabergite est un produit d'altération des arséniures et des sulfoarséniures de nickel qu'elle accompagne fréquemment, ainsi que l'érythrite.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. Des enduits verts d'annabergite, mélangés d'érythrite, ont été signalés à Châtelaudren (tome II, page 633) ; je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce gisement.

Pyrénées.— *Basses-Pyrénées*. J'ai recueilli des enduits d'annabergite à la mine d'Ar près des Eaux-Bonnes ; elle recouvre soit l'arite, soit la calcite qui sert de gangue à celle-ci.

[*Aragon*]. L'annabergite est fréquente en enduits verts sur les minéraux nickelifères de la vallée de Gistain.

Alpes. — *Isère*. La mine des Chalanches a fourni en assez grande abondance des enduits vert-pomme d'annabergite (analyse *b*). Ils recouvrent la nickélite et la chloanthite et quelquefois sont mélangés à l'érythrite et à l'asbolite dans ce minerai très argentifère si caractéristique de ce gisement. La structure cristalline de cette annabergite apparaît généralement assez nette, quand on examine au microscope le minéral préalablement pulvérisé.

Gueymard a signalé l'annabergite (*B. S. G.* XII. 515. 1855) dans un filon de blende et de calcite traversant le lias de la Salle en Beaumont (rive gauche du ruisseau de la Salle, à 25 mètres de l'église) et dans un filon de calcite ferrifère (avec or natif) du château de Lamothe-les-Bains.

Hautes-Alpes. Je dois à M. Thénaud la connaissance de l'annabergite du chapeau d'oxydation d'un filon des environs de Bréziers ; on y a rencontré ce minéral en masses terreuses d'un vert pâle, de plus d'un décimètre de diamètre. Dans le voisinage, se trouvent des filons de blende, de bournonite à gangue calcaire. Il est probable que des recherches poursuivies en ce point mettraient au jour un intéressant gisement nickelifère.

Algérie. — *Alger*. J'ai observé l'annabergite en enduits à la surface de la panabase de la mine de Mouzaïa, renfermant de petits cristaux de gersdorffite ; c'est ce minéral qui a fourni le nickel nécessaire à la production de l'annabergite.

MINERVITE

$$x\ (\mathbf{AlPO^4}).\ y\ (\mathbf{K,Na,AzH^4,H})^3\mathbf{PO^4} + z\ \mathbf{H^2O}$$

Facies. A l'état sec, la minervite constitue des masses friables assez légères, happant à la langue et ressemblant à du kaolin.

Densité. La densité est voisine de 2.

Coloration et éclat. Blanc de lait, un peu jaunâtre quand le minéral est impur. Aspect terreux.

Propriétés optiques. M. Armand Gautier a signalé une structure cryptocristalline; le plus souvent, le minéral se présente sous forme d'une poussière amorphe.

Composition chimique. M. Armand Gautier, qui a découvert ce minéral (*A. M.* V. 29. 1894), l'a considéré comme un phosphate d'aluminium hydraté répondant à la composition $AlPO^4+3{,}5H^2O$; les analyses récentes de M. Ad. Carnot, *a*) et *b*), montrent que la composition est plus complexe. Les analyses du minéral pur rentrent assez bien dans la formule $x\ (AlPO^4).\ y\ (K,Na,AzH^4,H)^3\ PO^4 + z\ H^2O$.

Les proportions relatives des divers alcalis et de l'eau basique varient suivant les localités.

Analyses de la minervite *a*) de la Réunion, par M. Pisani ;

b) de la Grotte de Minerve par M. Ad. Carnot (*A. M.* VIII. 319. 1895) ;

c) de Misserghin (*id.* 314).

	a	*b*	*c*
P^2O^5	42,70	37,28	35,17
Al^2O^3	21,00	18,59	18,18
Fe^2O^3	2,90	0,83	»
K^2O	1,20	8,28	5,80
$(AzH^4)^2O$	3,47	0,52	0,48
CaO	»	1,40	0,31
MgO	»	0,33	tr.
H^2O (jusqu'à 180°)	29,80	23,70	23,95
H^2O (au rouge)	»	4,50	4,35
sable et argile	»	4,35	11,60
	101,07	99,78	99,84

Traces de fluor, de chlore, d'acide sulfurique dans les analyses *b* etc.

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Soluble dans les acides étendus, dans le citrate d'ammoniaque, dans la potasse caustique (avec dégagement d'un peu d'ammoniaque). Par digestion dans l'eau, le minéral laisse dissoudre une quantité notable de phosphates.

Diagnostic. La solubilité dans le citrate d'ammoniaque permet de distinguer la minervite de tous les minéraux présentant la même structure. Les réactions microchimiques de l'aluminium et du potassium constituent le caractère différentiel de la brushite qui l'accompagne souvent.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Cévennes. — *Hérault.* M. Armand Gautier a dénommé ce minéral et en a donné la première description (*op. cit.*), après l'avoir découvert dans la grotte de Minerve en Fauzan, où il forme un lit de 0 m. 50 à 0 m. 80 d'épaisseur, à 3 m. 50 de la surface du niveau de la grotte. Au moment de sa mise au jour, la minervite est plastique, s'écoule lentement en s'épaississant. Exposée à l'air, elle se transforme en une matière concrétionnée friable et légère, happant à la langue et ressemblant à du kaolin. M. Ad. Carnot en a donné l'analyse *b*, qui fixe sa nature. Son mode de formation est le même que celui de la brushite exposé page 493.

Les phosphates concrétionnés, qui s'observent dans ce gisement sur une épaisseur de près de 9 mètres, sont essentiellement constitués par un mélange de phosphate tribasique et d'un phosphate alumineux mal individualisé, facile à séparer par l'action d'une lessive de potasse.

Algérie. — *Oran.* Un autre gisement de minervite a été trouvé par M. Pallary dans la grotte de la Tour Combes en Misserghin (analyse *c*). Le minéral est moins blanc que celui de Minerve, il forme dans une terre d'un brun rougeâtre des masses rarement plus grosses que le poing ; elles sont spongieuses, arrondies, légères. La matière pure est blanche et farineuse : elle est parfois teintée en jaune, en rouge ou en noir par de l'oxyde de fer contenant du manganèse et du cobalt. On trouve dans les mêmes couches de nombreux ossements.

Réunion. — La collection du Muséum possède un échantillon d'un minéral, rapporté autrefois par Desbassyns du Bassin bleu,

caverne basaltique située dans le quartier Saint-Paul (rivière Saint-Gilles) à la Réunion ; ce minéral a été analysé par Vauquelin (*A. C. P.* XXI. 188. 1822), qui lui a trouvé la composition suivante : P^2O^5 30,37 ; Al^2O^3 46,67 ; H^2O et matières organiques 19,73 ; AzH^4O (?) 3,13 = 99,90. L'analyse donnée en *a*), qui a été faite sur un échantillon que j'ai récemment étudié (*B. S. M.* XXXIII. 34. 1910) et qui est celui-là même rapporté par le voyageur précité, montre que ce minéral doit être considéré comme une minervite très ammoniacale.

Cette substance, blanche, pulvérulente, douce au toucher, est tout à fait analogue à la minervite des gisements précédents.

Elle formait le sol de la caverne et constituait de petits amas au pied des parois basaltiques.

HÉTÉROSITE

$(Fe,Mn)PO^4 + H^2O$(?)

Orthorhombique.

Facies. L'hétérosite épigénise la triphylite et s'oriente sur elle ; elle constitue par conséquent des masses laminaires.

Clivages. Il existe un clivage très facile ; puis deux autres moins faciles, rectangulaires entre eux et avec le premier, qui correspondent respectivement aux clivages $p(001)$, $g^1(010)$ et $h^1(100)$ de la triphylite. Dufrénoy a inexactement indiqué que ces clivages font entre eux un angle de 101°.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,27 à 3,52. Cette densité est rendue trop forte par des inclusions de psilomélane.

Coloration et éclat. Violet foncé. Poussière d'un violet clair ; transparente seulement en lames extrêmement minces.

Éclat très vif ; un peu métallique et moiré sur le clivage le plus facile.

Propriétés optiques. Un bel échantillon provenant des Huréaux et entré au Muséum en 1825, l'année de la découverte du minéral, m'a permis de déterminer ses propriétés optiques. Les clivages faciles se poursuivent sans interruption de l'hétérosite à la triphylite par rapport à laquelle les propriétés de l'hétérosite vont être repérées. J'ai fait tailler des plaques respectivement parallèles à p, h^1 et g^1 et j'ai pu constater alors qu'en outre de l'hétérosite, il existe un autre minéral

n'apparaissant que lorsque la substance est réduite en lames minces et que j'appelle la *pseudohétérosite*. Elle forme, entre la triphylite et l'hétérosite, une zone dépassant par place un centimètre d'épaisseur; on constate fréquemment au milieu d'elle des lambeaux d'hétérosite; parfois elle se trouve en plages dans ce minéral. Je suppose qu'elle constitue un stade intermédiaire de transformation de la triphylite en hétérosite, bien qu'il soit possible que ce soit, au contraire, un produit de transformation de l'hétérosite. Quoi qu'il en soit, voici la position des indices de ces minéraux comparés à ceux de la triphylite :

	triphylite	pseudohétérosite	hétérosite
a	n_m	n_p	n_m
b	n_g	n_g	n_g
c	n_p	n_m	n_p

L'hétérosite, comme la triphylite, a son plan des axes dans h^1; il est parallèle à p dans la pseudohétérosite; l'hétérosite, comme la triphylite, est optiquement positive, mais l'écartement des axes est plus grand. Quant à la pseudohétérosite, son écartement d'axes paraît voisin de 90°. Toute mesure est rendue impossible par l'intensité de la coloration et du pléochroïsme qui, par ailleurs, aident à repérer les orientations.

Pléochroïsme. L'hétérosite et la pseudohétérosite se distinguent par leur coloration, mais l'intensité du pléochroïsme de chacun de ces minéraux est sensiblement la même. Les colorations violette et carmin de l'hétérosite ne peuvent être comparées qu'à celles de la piémontite.

	hétérosite	pseudohétérosite
n_g =	violet foncé	jaune d'or
n_m =	carmin vif	brun foncé
n_p =	gris brun mordoré	jaune brun.

Les lames du clivage facile de l'hétérosite, qui, en lumière réfléchie, sont violettes, présentent en lames minces, comme on le voit, suivant les directions, les couleurs violette et carmin extrêmement vives.

Composition chimique. La formule donnée plus haut est celle proposée par M. Schaller pour un minéral qu'il a considéré comme nouveau et qu'il a décrit sous le nom de *purpurite* (*Am. J. of Sc*. XX. 146. 1905), mais qui, en réalité, n'est qu'une hétérosite plus manganésifère que celle du Limousin, parce qu'elle provient de la transformation d'une lithiophylite plus riche en manganèse que la triphylite des gisements

français. L'examen des propriétés optiques d'un échantillon, que je dois à ce savant, ne laisse aucun doute sur cette identité.

L'analyse *a* est celle que M. Pisani a faite sur les matériaux les plus purs que j'ai pu isoler, mais qui renfermaient encore cependant beaucoup de psilomélane mélangée. Tout le fer et le manganèse ont été dosés à l'état de sesquioxydes, l'excès de l'analyse montre qu'ils se trouvent en partie à un état de moindre oxydation ; cela est probablement dû à l'existence de la pseudohétérosite, qui est peut-être une étape intermédiaire d'oxydation de la triphylite. Je donne comme document en *b*) l'analyse de Vauquelin (*in* Alluaud, *Ann. Sc. nat.* VIII. 348. 1826) et en *c*) celle de Rammelsberg (*P. A.* LXXXV. 439. 1852), qui ont été faites sur des matériaux encore plus impurs.

	a	*b*	*c*
P^2O^5	41,60	50,0	32,18
Fe^2O^3	24,60	16,5	31,46
Al^2O^3	29,35	32,0	30,01
H^2O	7,62	»	6,35
	103,17	98,5	100,00

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube en devenant brune. Facilement fusible au chalumeau.

Très soluble, même à froid, dans l'acide chlorhydrique en dégageant du chlore dû aux inclusions de psilomélane. Humectée par cet acide, prend une coloration d'un violet plus clair et plus intense, et se ternit.

Altérations. Se transforme en psilomélane concrétionnée.

Diagnostic. La belle coloration violette, jointe à la structure, est caractéristique de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai donné, page 304, l'historique de ce minéral ; c'est bien lui que les premiers auteurs de sa description, Alluaud et Vauquelin, ont eu en vue lorsqu'ils ont créé le terme d'hétérosite, mais, comme ce minéral constitue fréquemment aux Huréaux en St-Sylvestre, aussi bien qu'à la carrière de la Vilate près Chanteloube en Razès, des pseudomorphoses incomplètes de triphylite d'un gris bleuâtre, les anciens auteurs ne savaient pas distinguer les deux minéraux l'un de l'autre. L'hétérosite est beaucoup plus fréquente d'ailleurs que le minéral aux dépens duquel elle s'est produite et qu'elle épigé-

nise souvent entièrement ; l'existence de la pseudohétérosite n'est mise en évidence que par l'examen optique.

L'hétérosite se rencontre en masses clivables, atteignant jusqu'à un décimètre de plus grande dimension ; elle est parfois associée à la dufrénite, à la triplite, plus rarement à l'huréaulite.

GROUPE DE LA SCORODITE

Ce groupe comprend les phosphate et arséniate orthorhombiques isomorphes suivants :

Scorodite .... $FeAsO^4 + 2H^2O$
Strengite .... $FePO^4 + 2H^2O$

On peut y rattacher en outre les minéraux suivants qui, sauf le premier, ne se trouvent qu'en agrégats fibreux :

* *Phosphosidérite* .. $2FePO^4 + 3{,}5\ H^2O$
Barrandite ...... $(Al, Fe)PO^4 + 2H^2O$
Variscite .... $AlPO^4 + 2H^2O$
* *Zepharovichite* ... $AlPO^4 + 3H^2O$?
* *Koninckite* ...... $FePO^4 + 3H^2O$

SCORODITE

$FeAsO^4 + 2H^2O$

Orthorhombique : $mm = 98°6'$

$b : h = 1000 : 723{,}759$ (Dx) $D = 755{,}282$ $d = 655{,}400$

$[a : b : c = 0{,}86775 : 1 : 0{,}95826]$

Formes observées. h^1 (100), g^1 (010), g^3 (120) ; $b^{1/2}$ (111).

Les angles mesurés sont ceux que j'ai observés sur des cristaux de Vaulry.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	98° 6'		$g^1 b^{1/2}$	122°45'	
$h^1 g^3$	119°57'		*$b^{1/2} b^{1/2}$	114°30'	114°33
$g^3 g^1$	150° 3'		*$b^{1/2} b^{1/2}$ côté	102°52'	
$g^3 g^3$ s. g^1	120° 6'	120°	$b^{1/2} g^3$	141°15'30"	141°12'
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. m	111°16'	111°14'			

Facies des cristaux. La figure 2 et la figure 1 de la page 476 montrent l'aspect habituel des cristaux de scorodite, généralement un peu allongés suivant l'axe vertical. Les faces g^3 (120) sont d'ordinaire striées verticalement, il en est souvent de même pour h^1 et g^1 (Vaulry).

La scorodite forme assez souvent des masses cristallines à structure miarolitique, dans les cavités desquelles se trouvent des cristaux distincts (Vaulry).

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 3,1 à 3,2 ; 3,18 (Vaulry).

Coloration et éclat. Verte ou bleue de diverses nuances ; parfois jaune (Vaulry), brune ou noire. Poussière blanche. Transparente.

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), parallèle à l'axe vertical. Dispersion très forte, $\rho > v$.

$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}03$ environ. $N > 1{,}93$

	rouge	jaune	bleu
2E =	130°58′	129°32′	122°25′ Brésil (Dx)

Fig. 1. Scorodite de Vaulry.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très faible, dans les teintes jaune et vert pâle.

Composition chimique. La formule $FeAsO^4+2H^2O$ ou $Fe^2O^3\ As^2O^5+4H^2O$ correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la scorodite de Vaulry par M. Damour (*A. C. P.* X. 412. 1844).

	a	*b*
As^2O^5.....	49,8	50,95
Fe^2O^3.....	34,6	31,89
H^2O.......	15,6	15,64
	100,0	98,48

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et jaunit facilement en bouillonnant et en colorant le flamme en bleu. Sur le charbon, donne des fumées arsénicales et une scorie noire magnétique.

Soluble dans l'acide chlorhydrique ; en partie décomposée par l'ammoniaque avec résidu brun.

Diagnostic. La forme et la couleur sont caractéristiques, ainsi que les propriétés optiques et en particulier la forte dispersion.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La scorodite est le produit le plus habituel de la décomposition du mispickel ; elle se rencontre par suite dans tous les gisements de celui-ci (tome II, p. 665) et particulièrement dans les gîtes stannifères, mais elle ne se trouve en cristaux distincts que dans un petit nombre d'entre eux. Elle est souvent associée à la pharmacosidérite.

1° *Dans les gisements stannifères et les filons de mispickel.*

Bretagne. — *Morbihan*. M. de Limur (*op. cit.*, 33) a signalé sous les noms de scorodite terreuse et de *symplésite* des produits d'altération du mispickel, provenant des filons stannifères de la Villeder. Les échantillons, dont il s'agit, sont d'un vert-céladon ou d'un vert bleuâtre ; ils sont formés par du quartz ou des prismes hexagonaux de béryl, imprégnés par un arséniate hydraté de fer. Les échantillons que m'a communiqués jadis M. de Limur contiennent en outre du soufre résultant de la décomposition du mispickel ; il n'y est pas très apparent, mais il suffit de chauffer les échantillons pour constater un dégagement d'acide sulfureux et pour voir de petites gouttelettes de soufre en fusion suinter à la surface. L'examen microscopique ne montre aucun minéral nettement cristallisé dans cette substance, qui paraît identique à celle d'Adun Tschilon, que M. Nordenskiöld a désigné sous le nom de *jogynaite* ; dans les deux gisements, le produit est associé à du béryl et a la même origine.

Loire-Inférieure. M. Baret a signalé (*op. cit.*, 1898. 88) l'abondance de la scorodite en cristaux peu distincts dans les gisements de mispickel des environs de Nantes (Petit-Port, Barbin, La Trémissinière, etc.) (voir à *dufrénite*).

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. La scorodite abonde dans tous les filons stannifères de la chaîne de Blond (Vaulry, Cieux, etc.) ; on la trouve aussi dans le quartz du filon wolframifère de Puy-les-Vignes près Saint-Léonard.

C'est surtout Vaulry, qui a fourni les plus beaux cristaux atteignant jusqu'à 1 centimètre (analyse *b*). On les trouve le plus fréquemment épars dans les cavités du quartz, leur couleur varie alors du vert d'herbe vif au vert bleuâtre, plus rarement ils sont noirs. Ils forment aussi parfois

des masses miarolitiques, d'un vert-gris clair dans les cavités desquelles se trouvent des cristaux fort nets. Les cristaux de Puy-les-Vignes sont parfois jaunes.

Les formes des cristaux de scorodite sont peu variées et semblables dans tous les gisements : j'ai observé $h^1(100)$, $g^1(010)$, g^3 (120), $b^{1/2}(111)$; la fig. 2 représente le cas où toutes ces formes sont présentes ; il existe quelquefois un léger aplatissement suivant h^1 ou g^1. Dans d'autres cas, on n'observe que g^3 dans la zone verticale ; ces cristaux sont d'ordinaire plus allongés suivant *c* que les précédents ; ils sont identiques comme forme, à ceux de strengite représentés par la figure 1 de la page 476. J'ai observé cette dernière variété dans plusieurs échantillons de Puy-les-Vignes.

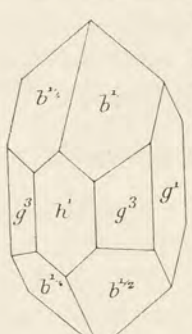


Fig. 2.
Scorodite de Vaulry.

Dans tous ces gisements, la scorodite est accompagnée de pharmacosidérite. Elle a été signalée aussi dans les pegmatites de Chanteloube.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* La scorodite se trouve en petits cristaux, généralement peu nets, dans le filon de quartz d'Avrillé ; elle remplit souvent de cavités ayant la forme du mispickel.

2° *Dans les filons cuprifères.*

Algérie. — *Alger.* La scorodite forme de très petits groupes de cristaux sur la barytine du gisement cuprifère de Mouzaïa. Elle est accompagnée de pharmacosidérite.

STRENGITE

$FePO^4 + 2H^2O$

Orthorhombique : $mm = 98°16'$.

$b : h = 1000 : 743,90 \quad D = 756,251 \quad d = 654,286$

$[a : b : c = 0,86517 : 1 : 0,98272$ (Bruhns et Busz)].

Formes observées : h^1 (100), g^3 (120) ; $b^{1/2}$ (111)

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux des Huréaux.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
[mm	98°16′		[$g^1 b^{1/2}$	122°55′30″	
$h^1 g^3$	120°1′30″		* $b^{1/2} b^{1/2}$]	114°1′	
$g^3 g^1$	149°58′		$b^{1/2} b^{1/2}$ côté	101°59′	102°10′
$g^3 g^3$ s. g^1]	119°57′	120°2′	$b^{1/2} g^3$	141°51′	
$b^{1/2} b^{1/2}$ s. m	112°41′				

Formes et facies. Petits cristaux souvent peu distincts offrant généralement l'aspect de ceux de la scorodite (fig. 1), ils sont d'ordinaire groupés en petits mamelons cristallins ou en sphérolites, hérissés de facettes. Un type plus rare est constitué par des lames aplaties suivant h^1 (100).

Clivages. Clivage h^1 (100) et peut-être p (001), difficiles.

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2,87.

Coloration et éclat. Rose-fleur de pêcher à rose-carmin ; parfois presque incolore. Poussière d'un blanc jaunâtre. Transparente à translucide.

Éclat vitreux très vif.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à p (001). Dispersion très forte $\rho > v$.

$$2E = 60° \text{ environ.}$$

$$\mathbf{n}_g = 1{,}84 \quad \mathbf{n}_p = 1.81 \text{ env. (Schröder van der Kolk).}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes suivantes : la coloration est souvent variable sur un même cristal et plus foncée à l'extérieur (la Vilate).

$\mathbf{n}_g$ = rose-carmin à rose pâle.
$\mathbf{n}_m$ = incolore.
$\mathbf{n}_p$ = rose très pâle.

Composition chimique. La formule $FePO^4 + 2H^2O$ ou $Fe^2O^3P^2O^5 + 4H^2O$ correspond à la composition suivante :

P^2O^5.....	38,0
Fe^2O^3....	42,7
H^2O......	19,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, se comporte comme la scorodite, mais donne à la flamme la coloration vert bleuâtre des composés du phosphore.

Soluble dans l'acide chlorhydrique chaud ; à peine attaquée par l'acide azotique.

Diagnostic. La coloration rose fait facilement reconnaître la strengite et ne permet pas de la confondre avec la scorodite, dont elle diffère en outre en ce que les caractères chimiques du phosphore y remplacent ceux de l'arsenic.

La forte dispersion est très caractéristique pour distinguer la strengite des autres phosphates du Limousin : quand on écrase des cristaux entre deux verres, et qu'on les examine en lumière polarisée parallèle, les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive présentent les teintes bleues caractéristiques des minéraux très dispersifs et il n'y a pas d'extinction en lumière blanche : la *phosphosidérite* possède la même propriété, mais l'écartement des axes optiques est plus grand et le maximum de pléochroïsme a lieu suivant $\mathbf{n}_p$.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La strengite est un minéral rare, accompagnant parfois la limonite et produit, comme elle, par oxydation de minéraux ferrugineux.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai rencontré la strengite, d'un rose vif, dans les cavités tapissées d'oxyde de fer manganésifère, d'un mélange altéré de triplite et d'alluaudite de la Vilate ; les cristaux présentent les formes g^3(120), $b^{1/2}$(111), avec quelquefois h^1(100) et alors léger aplatissement suivant cette dernière forme ; ils sont très allongés suivant c. Les cristaux sont presque incolores ou bien roses ; tantôt la couleur rose est uniforme mais très pâle, tantôt elle est très intense (carmin), mais limitée au bord des cristaux, dont la partie centrale est incolore. Enfin j'ai rencontré dans un échantillon de dufrénite fibreuse associée à de l'angelardite, des crêtes constituées par de petits cristaux de strengite blanc jaune ; ce sont des lamelles groupées en gerbes, aplaties suivant h^1 et limitées par g^3 et un dôme a^x qui n'a pu être déterminé. La strengite se trouve aussi sous forme de petits sphérolites roses ou blanchâtres.

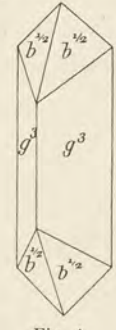


Fig. 1. Strengite des Huréaux.

Beaucoup plus rares sont les cristaux des Huréaux, qui sont plus courts que les précédents ; ils atteignent jusqu'à 2 millimètres. Ils sont implantés sur la dufrénite fibreuse et parfois associés à l'angelardite sphérolitique. Leur forme est celle de la figure 1 : ils sont parfois d'un beau rose, qui paraît homogène au premier abord, mais

l'examen microscopique montre que cette couleur n'est que superficielle ; malgré leur petite taille ces cristaux sont fort jolis. On les trouve aussi associés à de l'angelardite terreuse dans l'oxyde de manganèse résultant de la décomposition de la triplite.

Tonkin. — Je dois à M. Dupouy la communication d'un échantillon de strengite, provenant de Niem-Son (*province de Phu-Lien*). Ce minéral forme dans les cavités d'une hématite très manganésifère de petits mamelons, d'un rose-carmin, à structure fibreuse.

VILATÉITE

Monoclinique : $mm = 61°0'$.

$b : h = 1000 : 451{,}012$ D $= 507{,}517$ d $= 861{,}641$

Angle plan de $p = 60°59'50''$

— $m = 90°28'14''$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1{,}69581 : 1 : 0{,}88864 \\ zx = 89°27' \end{array}\right]$$

Formes observées. p (001); g^1 (010), m (110); $o^{1/3}$(301); e^1(011); $u = (b^{1/2} b^{1/4} h^1)$ $(\bar{3}11)$; $\theta = e_7 = (b^1 d^{1/7} g^1)$ $(\bar{3}41)$.

Le tableau suivant a été fait en prenant dans les angles de l'huréaulite de Des Cloizeaux tout ce qui concerne les cristaux violets de la Vilate (voir page 501).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
*mm	61° env.	61° à 61°50′
mg^1	149°20′	
mh^1	120°30′	
$p\,o^{1/3}$	122°53′	122°30′
ph^1 av.	90°33′	
pe^1	138°22′30″	128°21′
$e^1 g^1$	131°38′30″	
pg^1	90°	
*e^1e^1 s. p	96°45′	96°45′
pm	90°17′	
$e^1 h^1$ av.	90°25′	
$e^1 u$	130° 9′	
$u h^1$ ad.	136°26′	
$g^1 \theta$	152°27′	
$g^1 u$	115°37′	
θu	143°10′	143°16′
$\theta\theta$ sur u	55° 6′	56° env.
uu adj.	128° 6′	129°30′
$m o^{1/3}$	115°24′	115°20′
*$e^1 m$ av.	125°10′	125°10′
$m u$ adj.	139°16′	
θm adj.	164° 4′	164° 0′
$e^1 m$ post.	124°40′	124°40′ moy.
$e^1 \theta$	140°35′	140°35′ moy.
$o^{1/3}e^1$	113°56′	113°35

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2,745.

Coloration et éclat. Violette plus ou moins foncée. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Je n'ai pu isoler aucun cristal pour le tailler; j'ai dû me contenter de broyer des fragments de cristaux et d'étudier les préparations de ceux-ci. J'ai trouvé une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë parfaitement centrée et facile à étudier grâce à la grande biréfringence du minéral. Cette bissectrice est *négative.*

La dispersion $\rho > v$ est très forte; elle donne aux anneaux colorés

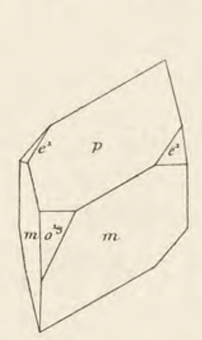


Fig. 1 et 2.
Vilatéite de la Vilate.

des teintes comparables à celles de la scorodite et de la strengite. Aucune dispersion des bissectrices n'a pu être décelée. Il semble que dans la zone verticale l'extinction se fasse suivant des angles très petits; optiquement le minéral se comporte à peu près comme une substance orthorhombique.

L'indice médian est voisin de 1,74, la biréfringence est assez grande.

Pléochroïsme. Il existe un léger pléochroïsme avec teinte rose suivant l'axe le plus rapproché de l'axe vertical.

Composition chimique. Je n'ai pu faire que des essais qualitatifs sur ce minéral, qui fournit les réactions d'une strengite un peu manganésifère ; c'est la raison pour laquelle je l'étudie ici. Sa place exacte dans la systématique est réservée jusqu'à ce qu'il soit possible d'en faire une analyse complète.

Diagnostic. La densité plus faible et la biréfringence plus élevée constituent un diagnostic différentiel immédiat avec l'huréaulite. Les propriétés cristallographiques et optiques (signe optique négatif) ne permettent de confondre ce minéral ni avec la strengite, ni avec la phosphosidérite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. On verra page 501 l'histoire de ce minéral, qui a été confondu par Des Cloizeaux avec la huréaulite.

Les quelques échantillons que j'ai trouvés dans la collection de mon regretté maître consistent en une hétérosite en partie transformée en psilomélane concrétionnée, dans les cavités de laquelle sont distribués les cristaux de vilatéite, n'ayant guère que 1 mm. de plus grande dimension ; ils se rapportent aux figures 1 et 2, qui sont celles données par Des Cloizeaux pour son huréaulite violette. Les cristaux qu'il a mesurés ne se trouvent malheureusement pas dans sa collection.

Ou bien la vilatéite n'est associée à aucun autre minéral ou bien elle est accompagnée d'angelardite et d'huréaulite jaune.

VARISCITE

$AlPO^4 + 2H^2O$

Orthorhombique : *mm* = 114°6′ (Chester).

Formes et facies. Les cristaux sont rares et constitués par de petites lamelles : p (001), m (110), h^1 (100), g^1 (010), allongées suivant l'axe vertical. Le plus souvent, la variscite forme des concrétions fibreuses, des sphérolites ou des masses compactes. L'examen des propriétés optiques montre que souvent (Messbach, Guyane) les sphérolites sont allongés suivant l'axe a.

Dureté. 4.

Densité. La densité atteint 2,56 dans les variétés pures, mais elle est généralement plus faible, à cause de la structure du minéral ; il est facile de s'en assurer en laissant longtemps dans l'iodure de méthylène additionné d'éther des échantillons qui, possédant au début une densité apparente de 2,47, ne tardent pas à tomber au fond du liquide sur lequel ils flottaient tout d'abord ; 2,50 à 2,52 (*callaïs*).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, vert-émeraude ou vert bleuâtre. Translucide à opaque ; transparente en lames minces.

Éclat vitreux, brillant dans les cristaux ; plus ou moins mat dans les variétés compactes.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010) ; bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), perpendiculaire à h^1 (100). Dispersion nette $\rho > v$.

N = 1,579 (Na) Utah ; 1,576 (*callaïs*).

Quand la densité diminue par suite d'altération, la réfringence diminue aussi [N = 1,5681 (Tumiac)]. La biréfringence est un peu plus élevée que celle du quartz et augmente quand le minéral renferme du fer.

2 E = 96° environ.

L'allongement des fibres a lieu suivant $\mathbf{n}_g$ ou suivant $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La formule $AlPO^4 + 2H^2O$ ou $Al^2O^3 P^2O^5 + 4 H^2O$, correspond à la composition *a*).

Je rapporte à la variscite la *callaïs*, à laquelle M. Damour attribuait la formule $AlPO^4 + 2,5 H^2O$ ou $Al^2O^3 P^2O^5 + 5 H^2O$, correspondant à la composition théorique *b*). On verra plus loin que ce minéral, comme plusieurs des échantillons de variscite compacts ou fibreux, dont l'analyse est donnée ci-contre, renferme une petite quantité d'hydrate d'aluminium [$Al(OH)^3$], en plus de la formule adoptée ici : cet excès résulte sans doute d'un commencement de décomposition ou d'un mélange avec des produits colloïdes.

Analyses de la variscite :

c) de l'îlot du Connétable (*Guyane*), par M. Pisani ;

d) de l'îlot de la Perle (*Martinique*), par M. Arsandaux.

de la variété *callaïs* : *e*) de Mané-er-H'roek, par Damour ;

f) de Tumiac (*Morbihan*) ;

g) et *h*) d'Encantada [*Espagne*] ; ces trois dernières par M. Pisani.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
P^2O^5	44,9	42,6	41,50	41,2	42,58	43,20	45,10	41,50
Al^2O^3	32,3	30,5	30,08	34,25 (Al²O³ + Fe²O³)	29,57	30,90	30,70	34,80
Fe^2O^3	»	»	3,42		1,82	1,06	1,06	1,74
Cr^2O^3	»	»	»	»	tr.	0,16	0,40	»
CaO	»	»	0,80	»	0,70	»	»	»
H^2O	22,8	26,9	24,50	24,5	23,62	23,00	23,30	23,23[1]
insol.	»	»	»	»	2,10	1,11	»	»
	100,0	100,0	100,30	99,9	100,39	99,43	100,56	101,27

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau ; décrépite, devient opaque et colorée s'il existe du fer ; le minéral est alors

1. L'eau part aux températures suivantes : à 115° 18 %; à 150° 4,07 ; au rouge 1,16.

très friable. Infusible au chalumeau. Difficilement attaquée par les acides, mais devient très facilement attaquable après calcination.

Altérations. La variscite en s'altérant, ce qui a lieu notamment pour les perles de *callaïs*, devient terne, poreuse : elle blanchit, quand elle était originellement colorée en vert ; en même temps, sa densité diminue. On vient de voir par les analyses données plus haut qu'elle perd alors de l'anhydride phosphorique, de telle sorte qu'il apparaît un excès d'hydrate d'aluminium [$Al(OH^3)$].

Diagnostic. La différence de densité, de biréfringence, permet de distinguer la variscite de la wavellite. Les variétés colorées ne peuvent être confondues avec la turquoise, à cause de leur coloration verte et de l'absence du cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de variscite actuellement connus consistent en veinules traversant des roches schisteuses ; ceux qui vont être décrits se trouvent dans des conditions très particulières.

1° *Formation aux dépens de roches silicatées alumineuses sous des actions physiologiques (variscitisation).*

Il est possible de montrer que dans les gisements dont j'ai personnellement étudié les produits, c'est la variscite qui constitue l'élément cristallisé des roches silicatées alumineuses, transformées en phosphate d'aluminium, sous l'action chimique des sels solubles du guano.

Ce phénomène n'a guère été observé jusqu'ici que sur les îlots de la région tropicale comprise entre l'Équateur et le 17° de latitude N. Ces îlots dénudés, dépourvus de terre végétale et battus par la mer, servent de refuge à d'innombrables oiseaux, qui les couvrent de leurs déjections, cause déterminante de la production du phosphate d'aluminium par un mécanisme analogue à celui qui est étudié au paragraphe de la *minervite*, c'est-à-dire, par l'action du phosphate biammoniacal (consécutive à des phénomènes microbiens) sur les silicates alumineux des roches (Lx. *C. R.* CLIII. 661. 1906). Il est frappant de voir avec quelle intensité sont décomposés dans ces conditions des silicates, (l'orthose par exemple), fort résistants aux agents chimiques des laboratoires. Le phénomène consiste en élimination de la silice, des alcalis, de la chaux, de la magnésie, etc. ; il n'y a pas de différence entre le

produit néogène ultime de l'altération des roches les plus diverses et l'on peut, à cet égard, comparer cette transformation à la latéritisation.

La comparaison des analyses données plus haut et du résultat de l'examen optique des échantillons correspondants, montre que plus le produit néogène est cristallin et plus il se rapproche de la composition de la variscite ; quand il renferme un résidu amorphe, il présente toujours un excès d'hydrate d'aluminium sur la composition théorique. Je propose de désigner ce mode de transformation sous le nom de *variscitisation.* J'ai employé dans des notes antérieures, alors que je n'avais pu encore isoler ce produit cristallisé, le terme de *redondite*, qui a été proposé par Shepard (*Amer. J. of Sc.* XLVIII. 428.1869) pour désigner un phosphate d'aluminium du guano de l'île de Redonda [*Antilles*] qu'il considérait comme un minéral distinct, mais qui en réalité est hétérogène. On pourrait conserver ce terme pour désigner les roches phosphatées, dans lesquelles la proportion de variscite cristallisée n'est pas suffisante pour qu'on puisse leur donner le nom du minéral pur, et notamment pour le cas dans lequel le phosphate d'aluminium reste en totalité ou en partie à l'état amorphe.

Antilles. — *Martinique.* J'ai constaté que la brèche andésitique, qui constitue l'îlot de la Perle au N.-O. de l'île, est recouverte d'une carapace phosphatée concrétionnée, de couleur brune, qui rappelle l'aspect d'une opale impure. (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 1904 et *B. S. M.* XXVIII. 13.1905).

L'examen microscopique permet de suivre les progrès de la phosphatisation de l'andésite. On reconnaît encore la structure originelle de la roche et notamment la forme des phénocristaux de plagioclases et d'hypersthène transformés en un phosphate amorphe limpide. La magnétite a disparu. La variscite, à allongement négatif, se concentre souvent à la périphérie des phénocristaux, sur lesquels elle se concrétionne ; elle imprègne aussi toute la roche. Je dois à M. Dublancq-Laborde des échantillons analogues, provenant d'une grotte de l'îlot du Diamant ; il se trouve parmi eux une stalactite, à structure concentrique, dans laquelle le phosphate d'aluminium, amorphe ou cristallisé, englobe non seulement des débris de la dacite du sol, mais encore des fragments végétaux à structure conservée.

Clipperton. — M. H. Teall a décrit (*Quaterl. J. geol. Soc. London.* LIV. 240. 1898) un phosphate identique à celui de la Mar-

tinique, formé à la surface des trachytes de l'atoll Clipperton, dans le Pacifique du Nord. Le mécanisme de la transformation ne diffère pas de celui qui vient d'être décrit. La composition chimique d'un échantillon brut est la suivante : P^2O^5 38,50 ; Al^2O^3 25,90 ; Fe^2O^3 7,90 ; H^2O 23,00 = 99,80. On voit ici encore l'existence d'un excès d'aluminium ; l'examen des échantillons qu'a bien voulu me communiquer M. Teall montre leur richesse en produits amorphes.

Guyane. — Le même phénomène s'est produit sur l'îlot entière-



Fig. 1.
Apophyses d'un filonnet de variscite dans le gneiss à épidote de l'ilot du Connétable
(Photographie grandeur naturelle.)

ment dénudé du Connétable, situé sur la côte de la Guyane, au large de l'embouchure de l'Approuague, mais dans ce gisement, la quantité du phosphate d'aluminium est tellement grande que, depuis une trentaine d'années, celui-ci fait l'objet d'une active exploitation. Je dois les renseignements suivants, accompagnés de très nombreux échantillons, à un voyageur du Muséum, M. Geay.

Le rocher du Connétable (le grand Connétable), à pic du côté ouest, a environ 50 m. de hauteur ; il est constitué par des gneiss, plus ou moins amphiboliques, traversés par des filons de quartz et de diabase ; tous les éléments de ces roches, à l'exception du quartz bien entendu, sont profondément altérés et des échantillons intacts ne peuvent guère être recueillis qu'à la base du rocher. Partout ailleurs, les roches sont

recouvertes d'une carapace de roche phosphatée, caverneuse, blanche ou jaune, généralement rougeâtre aux affleurements ; celle-ci cimente localement des fragments de gneiss et de diabase ; elle ressemble à du silex.

Cette même roche phosphatée constitue dans le substratum, des veines ramifiées (fig. 1), mesurant jusqu'à 2 m. d'épaisseur, dans lesquelles le phosphate est particulièrement pur; il est blanc ou verdâtre, localement translucide et ses cavités sont garnies de concrétions mamelonnées, qui rappellent celles de la calcédoine ; ce sont celles qui m'ont permis de déterminer les propriétés optiques (fibres à allongement négatif) et de recueillir la matière pure, dont l'analyse est donnée en *c*.

L'examen microscopique montre que fréquemment le produit est holocristallin ; la coloration rouge est due à des inclusions d'hématite ; mais le plus souvent les échantillons sont constitués par des sphérolites ou des granulations cristallines, mélangés à des produits amorphes et la cristallinité ne s'accuse que sur les bords de cavités que tapissent des croûtes fibreuses; celles-ci sont constituées parfois par des pinceaux coniques semblables à ceux qui sont figurés plus loin dans la description de quercyite. Par contre, dans les gneiss ou les diabases imprégnés de phosphate, il est fréquent de rencontrer de la matière amorphe.

De tous les minéraux du gneiss, c'est l'épidote qui disparaît la dernière ; parfois elle se rencontre seule au milieu de la variscite.

M. Ad. Carnot a donné (*A. M.* X. 167. 1896) l'analyse suivante d'un échantillon de minerai brut (P^2O^5 34,88 ; Al^2O^3 28,60 ; Fe^2O^3 9,00 ; CaO 0,80 ; MgO 0,15 ; H^2O 24,00 ; insol. 2,00 = 99,43), qui met en évidence un excès d'hydrate d'aluminium, bien supérieur à celui de l'analyse *c*, faite sur une matière purifiée autant que possible par les liqueurs denses.

La barrandite, décrite plus loin, est un accident au milieu de la variscite.

Les récifs du Petit Connétable, qui ne découvrent qu'à basse mer, renfermeraient, d'après M. Geay, les mêmes produits phosphatés que le Grand Connétable, mais je n'ai pas vu d'échantillons provenant de ce gisement.

2° *En perles dans les monuments mégalitiques.*

Bretagne. — *Morbihan.* L'attention des archéologues est depuis

longtemps attirée par des pendeloques et des grains d'enfilage d'un vert-pomme à un vert-émeraude, quelquefois marbrés de blanc, translucides quand la substance est intacte, blanchissant et devenant opaques par altération. Elles ont été tout d'abord attribuées à de la turquoise.

Ces objets ont été rencontrés dans les dolmens du *Morbihan* et notamment à Mané-er-H'roeck en Lockmariaquer, à la Trinité-sur-mer, à Kériaval, au Mont-Saint-Michel, à Tumiac en Arzon, à Moutiers, à Carnac et à Kercado. Une perle a été trouvée à la Motte-Sainte-Marie (*Loire-Inférieure*).

On connaît d'autre part quelques grains de cette substance provenant de sépultures préhistoriques de la *Marne*, de l'*Aveyron*, de la *Lozère*, de la *Charente* (La Motte de La Garde à Luxé).

Des trouvailles plus nombreuses ont été faites en Provence, à l'allée couverte du Castellet près Arles (*Bouches-du-Rhône*), au plateau d'Ossun (*Hautes-Pyrénées*) et enfin en [*Espagne*] et en [*Portugal*].

D'âge néolitique en Bretagne, ces perles se rencontrent dans le midi de la France et dans la péninsule hibérique dans des sépultures de l'âge du bronze (Déchelette. *Archéol. préhist.* 619. 1908).

M. Damour a publié autrefois (*C. R.* LIX. 936. 1864) l'analyse *e*), qui le conduisit à considérer le minéral comme une espèce nouvelle, à laquelle il donna le nom de *callaïs* et à laquelle il attribua la formule $AlPO^4 + 2,5\ H^2O$. Celle-ci est si rapprochée de la formule de la variscite, qu'il m'a paru utile de reprendre l'étude de ce minéral extrêmement rare, dont j'ai pu obtenir quelques fragments, grâce à la générosité de la Société polymathique du Morbihan, qui possède dans son musée de Vannes la presque totalité des perles trouvées en Bretagne, et de M. Luis Siret, qui m'a documenté sur le minéral provenant du Sud de l'Espagne.

L'étude microscopique seule n'est pas d'un grand secours. En lames minces, la callaïs se montre homogène, mais constituée par des plages trop enchevêtrées pour qu'il soit possible d'en déterminer les propriétés optiques. L'indice moyen, mesuré par la méthode de la réflexion totale, oscille autour de 1,576, valeur qui est très voisine de celle de la variscite.

L'examen de la densité, de l'indice de réfraction et de la composition chimique me conduisent à admettre l'identité de la callaïs et de la variscite. Les différences de composition chimique avec la formule théorique consistent, comme dans les cas précédents, dans l'existence

d'un excès variable d'hydrate d'aluminium, qui, ici, est évidemment dû aux altérations atmosphériques, subies par les perles pendant leur enfouissement dans les dolmens : on peut constater, en effet, que cet excès est d'autant plus grand que les perles sont plus ternes et plus poreuses.

Le problème qui se pose pour les archéologues, aussi bien que pour les minéralogistes, est de savoir d'où provient le minéral ayant servi à faire ces objets ; faut-il le chercher sur place ou au contraire, y voir un apport dû à un commerce avec des régions plus ou moins lointaines ? L'identité de nature des perles recueillies dans tous les gisements précités de la Bretagne et de l'Espagne, plaide en faveur d'une communauté d'origine.

L'association de la turquoise à la cassitérite dans les filons de Montebras et l'existence de gisements d'étain en Bretagne, rapprochées de l'association d'objets de bronze à des grains de callaïs, ont fait penser à M. Luis Siret que la callaïs provient de gisements stannifères. Il faut reconnaître que cette séduisante hypothèse ne peut être appuyée par des arguments minéralogiques. On vient de voir en effet que la callaïs est fort différente de la turquoise de Montebras. Elle ne renferme aucune inclusion de minéral étranger permettant d'éclairer sa genèse ; s'il n'est pas impossible qu'elle provienne de gisements stannifères (v. *barrandite*), rien ne prouve qu'elle ait une semblable origine. Aussi, par analogie avec les gisements connus de variscite (d'origine non organique bien entendu), est-il plus sage de supposer que ce minéral provient de veinules traversant les roches schisteuses de l'un ou de l'autre des pays cités plus haut, mais ces gisements restent à découvrir.

BARRANDITE

$(Fe,Al)PO^4 + 2H^2O$

Orthorhombique.

Formes et facies. La barrandite ne se trouve qu'en concrétions fibreuses ou en sphérolites, agglomérés parfois en masses compactes.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,58 à 2,60 (Le Connétable).

Coloration et éclat. Grise, jaune, brune, rouge, bleuâtre, verte. Poussière blanche à jaune. Translucide ou opaque.

Éclat vitreux et gras.

Propriétés optiques. Les fibres possèdent les mêmes propriétés optiques que celles de variscite allongées suivant l'axe vertical, c'est-à-dire qu'elles ont un allongement positif, mais la bissectrice aiguë est *positive* ($\mathbf{n}_g$) ; les axes optiques sont assez rapprochés. La biréfringence atteint 0,15 à 0,017.

$$N = 1,57 \text{ à } 1,58$$

Composition chimique. La formule donnée ci-contre est celle d'une variscite ferrifère ; les proportions relatives du fer et de l'aluminium sont très variables.

Dans la barrandite du gisement originel (Cerhovic en Bohême), le rapport des deux oxydes est de 4 : 3, tandis que dans l'analyse ci-contre, due à M. Pisani, de la barrandite de l'îlot du Connétable, il est d'environ 5 : 2.

La barrandite, comme la variscite, présente parfois et c'est le cas dans l'analyse ci-jointe, un petit excès d'hydrates sur la composition théorique.

P^2O^5	37,6
Fe^2O^3	33,6
Al^2O^3	8,0
H^2O	21,6
	100,8

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme pour la variscite, mais avec prédominance des réactions du fer.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la barrandite sont analogues à ceux de la variscite, mais jusqu'à présent, ce minéral n'était connu que dans une seule localité de Bohême.

Plateau Central. — *Creuse*. Je rapporte avec réserve à la barrandite un échantillon, que j'ai recueilli jadis à Montebras en Soumans ; il consiste en quartz, englobant de l'amblygonite et de grandes lames de muscovite. Quelques cavités représentent la place d'un minéral disparu ; elles sont çà et là tapissées de petits mamelons d'un minéral vert-pomme, implantés soit sur le quartz, soit sur la muscovite. Ces mamelons ont une surface brillante, une structure fibro-

lamellaire; ils sont translucides et recouverts parfois de petites aiguilles de wavellite. Les propriétés optiques sont celles de la barrandite, sauf que l'indice moyen $<$ 1,66 et la densité 2,99, sont trop forts, mais ils sont sans doute influencés par l'abondance d'inclusions microscopiques de dufrénite, que je n'ai pu séparer. Il est à noter d'ailleurs, que la barrandite de Cerhovic est parfois aussi associée à la dufrénite.

Guyane. — Dans la collection de roches phosphatées de l'îlot du Connétable, dont il a été question page 483, j'ai rencontré un échantillon bréchiforme, constitué par des fragments anguleux, d'un brun-chocolat, à éclat vitreux très éclatant, ressemblant à de l'opale résinite : ces fragments sont cimentés par de la variscite blanchâtre. L'analyse donnée plus haut, faite sur ce minéral brun, montre qu'il est constitué par de la barrandite, dont il possède les propriétés optiques (fibres positives). En lames minces, le minéral n'est que partiellement jaune ; cette coloration paraît due à une légère teinture ferrugineuse.

LISKEARDITE

$(Al,Fe)AsO^4. 2(Al,Fe)(OH)^3+5H^2O$

Monoclinique.

Facies. La liskeardite se rencontre sous forme de concrétions ou de croûtes cristallines, hérissées de pointements, et parfois sous forme de sphérolites.

Clivages. Clivage très facile suivant g^1 (010).

Dureté. 4 environ.

Densité. 3,011 (Mine de la Garonne).

Coloration et éclat. Blanc verdâtre à vert sale clair. Translucide ou transparente.

Éclat vitreux, nacré sur le clivage facile.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$ perpendiculaire à g^1 (010). La trace du plan des axes optiques ($\mathbf{n}_g$) fait dans g^1 (010) un angle d'environ 70° avec une face courbe, que l'on peut prendre pour p (001) et qui s'observe à la surface des croûtes de la mine de la Garonne. $2E = 115°$ environ.

Composition chimique. La composition chimique, correspondant à la formule (Al,Fe) AsO^4. 2(Al,Fe)$(OH)^3$+$5H^2O$ ou 3$(Al,Fe)^2O^3As^2O^5$+ $16H^2O$ est la suivante, quand on admet le rapport Fe : As, réalisé dans le seul échantillon du Cornwall qui ait été analysé.

P^2O^5......	27,1
Al^2O^3.....	30,9
Fe^2O^3.....	8,1
H^2O......	33,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Infusible au chalumeau; donne avec la solution de cobalt la coloration bleue de l'alumine. A peine attaquée par l'acide azotique, très attaquable après calcination. Chauffée au feu de réduction, dans une perle de sel de phosphore après addition d'étain, donne un voile noir d'arsenic métallique et des fumées arsenicales.

Diagnostic. Les réactions pyrognostiques et particulièrement celles de l'arsenic avec le sel de phosphore permettent aisément de distinguer la liskeardite de la calamine, avec laquelle elle offre parfois (Mine de la Garonne) une grande analogie de caractères extérieurs.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var*. La liskeardite n'était jusqu'à présent connue que dans les filons métallifères de Liskeard [Cornwall], où elle forme de petites croûtes cristallines sur une gangue de quartz à aspect carié, riche en sulfures et sulfoarséniures.

Je l'ai découverte (*B.S.M.* XXIV. 56. 1901) parmi une série de minéraux de la mine de la Garonne. Elle forme à la surface du conglomérat quartzifère un enduit blanc verdâtre, hérissé de facettes cristallines. Il n'existe pas d'autre minéral sur l'échantillon unique qui m'a servi à déterminer toutes les propriétés données plus haut. Il est probable que cette substance est identique à la liskeardite du Cornwall; toutefois, l'échantillon de ce dernier gisement que j'ai examiné est très sphérolitique et il n'est pas certain que le plan des axes optiques y soit aussi oblique sur l'axe vertical que dans le minéral de la mine de la Garonne.

SELS ACIDES

GROUPE DE LA BRUSHITE

Ce groupe comprend les deux minéraux monocliniques isomorphes suivants :

Brushite........ $HCaPO^4 + 2H^2O$
Pharmacolite.... $HCaAsO^4 + 2H^2O$.

Ce sont les synthèses, effectuées par M. Dufet pour la pharmacolite et par M. de Schulten pour la brushite, qui ont permis d'établir définitivement la formule de ces deux minéraux.

L'analyse de beaucoup d'échantillons naturels de brushite donne moins d'eau que n'en exige cette formule et se rapproche de la composition d'un hydrate à 1,5 H^2O (22,1 °/₀ d'eau) ; M. Julien a proposé de les considérer comme constituant une espèce distincte, la *métabrushite*.

J'ai montré (*B.S.M.* XX. 112. 1897) que tous les cristaux de brushite que j'ai pu étudier ont non pas la densité 2,208, attribuée à la brushite, mais une densité de 2,30 à 2,32, qui est celle indiquée pour la métabrushite ; en outre, les propriétés optiques de tous ces minéraux sont identiques. J'ai donc émis l'opinion qu'il n'y a en réalité qu'une seule et même espèce, la brushite. M. A. de Schulten a reproduit celle-ci (*B.S.M.* XXVI. 11. 1903) et montré que la densité du produit synthétique est bien de 2,317 ; ses propriétés optiques sont semblables à celles du minéral naturel. Il est donc certain que la métabrushite n'existe pas, d'autant plus qu'en variant les conditions d'expérience, M. de Schulten n'a pu obtenir aucun autre hydrate et qu'à partir de +50°C., il a vu se former de la monétite ($HCaPO^4$) ; or, le mode de gisement des phosphates bicalciques naturels montre qu'ils n'ont pu se produire qu'à basse température. Il est assez vraisemblable que les analyses des soi-disant métabrushites ont été faites sur de la brushite en partie déshydratée.

Inversement, la plupart des analyses de pharmacolite donnent trop d'eau (24 °/₀ au lieu de 20), ce qui est sans doute dû à un commence-

ment d'altération. Là encore, le produit synthétique possède exactement les mêmes propriétés cristallographiques et optiques que le minéral naturel et par suite, c'est sa composition chimique, qui doit être considérée comme représentant celle de l'espèce.

BRUSHITE

$HCaPO^4 + 2H^2O$

Monoclinique : $mm = 116°26'$.

$b : h := 1000 : 289,97 \quad D = 849,15 \quad d = 528,22$

Angle plan de $p = 116°13'40''$

— $m = 92°45'55''$

[$a : b : c = 0,6221 : 1 : 0,3415$ (J. D. Dana).
$zx = 84°45'$]

Formes observées. p (001); g^1 (010), h^2 (310); $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$) (clivage); e^1 (011); $x = (d^1\, b^{1/7}\, g^1)$ (341).

Les angles suivants ont été mesurés par M. de Schulten sur les cristaux de Solutré.

	Angles calculés	Angles mesurés.		Angles calculés	Angles mesurés.			Angles calculés.
mm	116°26′		*$e^1 e^1$	142°26′	142°29′	h^1 : Arête	xx	150°11
$h^2 h^2$	156°40′		$e^1 g^1$	108°47′	108°47′	p : —	xx	125° 4
*$h^2 g^1$	101°40′	101°40′						
ph^1	95°15′	95°15′						
$pa^{1/3}$	117°23′	117° env.	xg^1	124°11′	123°55′			

Facies. Les cristaux rappellent ceux du gypse ; ils sont aplatis suivant g^1 (010) ; les faces e^1 (011) sont un peu courbes ; parfois, comme dans la figure 1, e^1 et h^2 ne sont représentés que par une seule face.

Le minéral se présente aussi sous forme de poudre à apparence terreuse, dont la cristallinité ne peut être mise en évidence que par l'examen microscopique.

Clivages. Clivages parfaits suivant g^1 (010) et suivant $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$).

Densité. 2,30 à 2,32, 2,317 (minéral artificiel) (de Schulten) 2,31 (Paris).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou chamois clair dans les variétés pulvérulentes. Éclat vitreux et un peu nacré sur g^1.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse

positive (n_g) perpendiculaires à g^1 (010); dans g^1 (010), la bissectrice aiguë *négative* (n_p) fait avec la trace de p (001) un angle de 21 à 23° dans l'angle obtus de ph^1 (001)(100).

2V = 81° Paris 87° Solutré (Na)
n_m = 1,545 environ

Composition chimique. La formule $CaHPO^4 + 2H^2O$ correspond à la composition *a*.

b) Analyse de la brushite de Solutré par M. de Schulten.

c) et *d*) de la brushite de la Grotte de Minerve par M. A. Gautier. (*A.M.* V. 29.1894) déduction faite de diverses impuretés (CO^2, Al^2O^3, SiO^2, etc.)

	a	*b*	*c*	*d*
P^2O^5......	41,28	41,3	43,15	42,85
CaO.......	32,55	32,9	34,16	33,99
H^2O.......	26,17	25,8	22,57	23,15
	100,00	100,0	99,88	99,99

Propriétés pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et blanchit. Au chalumeau, fond en se gonflant et en colorant la flamme en vert; le résidu de la fusion est cristallin.

Très soluble dans les acides.

Altérations. J'ai pu constater que lorsqu'on chauffe dans le baume du Canada une lame transparente de brushite, on la voit se troubler et se transformer en plages biréfringentes de monétite.

J'ai rencontré des pseudomorphoses de brushite en *quercyite* parmi les produits de plusieurs gisements de phosphorites du Quercy.

Diagnostic. Voir à pharmacolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La brushite est un minéral des gisements du guano. Elle a été trouvée en France dans une série de conditions intéressantes, elle y a toujours une origine organique. La genèse peut y être expliquée soit par les réactions indiquées plus loin au sujet de la Grotte de Minerve, soit par l'action de l'anhydride carbonique, jouant le rôle de convoyeur mis en évidence par les travaux de M. Barillé (*C. R.* CXXXVII 566. 1903 et CXLVIII. 344. 1909). J'ai à la signaler :

1° Dans des cavernes;
2° dans des poches à phosphorite;
3° dans des ossuaires préhistoriques;
4° dans des cercueils de plomb clos.

1° *Dans des cavernes.*

Cévennes. — *Hérault.* M. Armand Gautier a décrit (*op. cit.*) un important gisement de brushite, se trouvant dans la Grotte de Minerve ou de la Coquille, au hameau de Fauzan (bords de la rivière de la Cesse). Le minéral se présente (dans les Galeries des Tribunes et de la Tête de Cheval), sous forme d'une matière pulvérulente, d'une couleur chamois clair ou blanchâtre, ou bien en blocs friables, dont le centre est constitué par un noyau de calcaire intact. Le même minéral encroûte des parois calcaires, aux dépens desquelles il s'est produit. Le type le plus pur constitue une poudre cristalline blanchâtre, impalpable.

M. Armand Gautier considère cette brushite comme formée par l'action sur le calcaire du phosphate d'ammoniaque résultant de la destruction bactérienne des dépouilles d'animaux, dont les ossements se trouvent en abondance dans la même caverne. Il se formerait dans ces conditions un mélange de phosphate tricalcique et de phosphate bicalcique de calcium ; celui-ci, plus soluble que le premier, est souvent dissous et va plus loin se précipiter sous forme de phosphate tricalcique au contact d'une nouvelle paroi rocheuse. Le traitement des croûtes phosphatées recouvrant les murs calcaires de la grotte par le citrate d'ammoniaque ammoniacal permet d'y distinguer la brushite et de mettre ensuite en évidence le phosphate tricalcique : on verra plus loin aux articles *dahllite* et *francolite* qu'en réalité celui-ci entre dans des combinaisons plus complexes.

La brushite de Minerve est associée à la minervite.

Algérie. — *Oran.* M. Pallary a donné au Muséum des échantillons de brushite, provenant de la grotte de Sebdou. Ce minéral y a été exploité comme guano.

2° *Dans les ossuaires préhistoriques.*

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Au cours de fouilles, faites au Cros-du-Charnier, dans la célèbre station préhistorique de Solutré, l'abbé Ducrot a découvert, dans une sépulture, des tibias humains, recouverts de petites paillettes d'un minéral nacré dans lequel M. Gonnard a reconnu un phosphate de calcium (*B. S. M.* XII. 464. 1888), que j'ai assimilé à la brushite (*B. S. M.* XX. 112. 1897).

Les lames ne dépassent guère 1 mm. 3 de plus grande dimension dans leur face d'aplatissement g^1 et 0 mm. 13 d'épaisseur. Leur forme est représentée par la fig. 1 ; il n'existe qu'une face h^2 et une face e^1 ; la pyramide x (341) connue, dans la brushite synthétique, n'avait pas été encore rencontrée dans la nature. Elles sont incolores et transparentes ou encore d'un blanc laiteux; elles renferment parfois des inclusions distribuées parallèlement à $a^{1/3}$ ($\bar{3}01$), (analyse *b*).

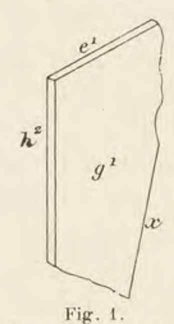


Fig. 1.
Brushite de Solutré.

3° *Dans des cercueils clos.*

Bassin de Paris. — *Seine*. J'ai décrit, il y a quelques années (*B. S. M.* XX. 112. 1897), un curieux gisement de brushite, mis à découvert par des travaux de voirie exécutés à Paris [rue de Béarn, sur l'emplacement de l'église de l'ancien couvent des Minimes (dit

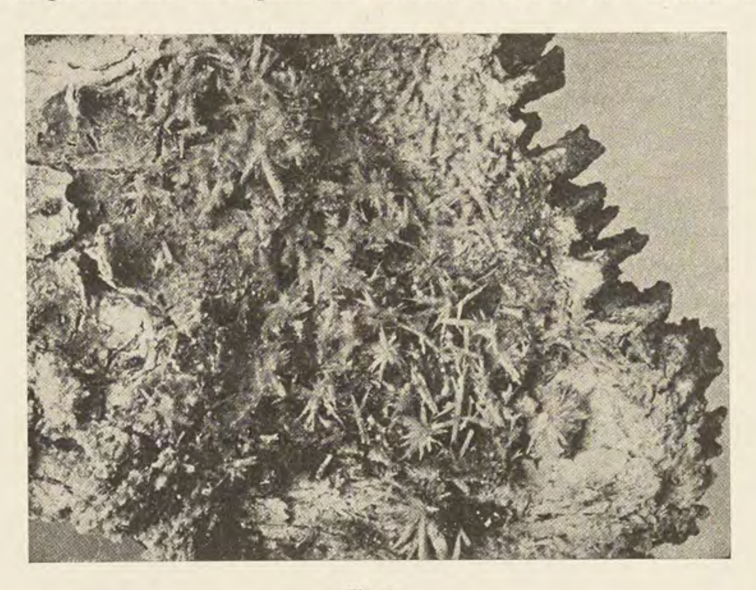


Fig. 2.
Cristaux de brushite implantés sur la paroi interne d'un crâne humain trouvé à Paris.
(*Photographie un peu agrandie.*)

de la place Royale)]. Deux cercueils de plomb y ont été trouvés ; ils datent de l'an 1630. Dans l'un d'eux, le squelette était recouvert de cristaux de brushite ; ceux-ci étaient surtout abondants dans le crâne transformé en géode, mais existaient aussi à la surface des os longs.

Les cristaux aciculaires atteignent parfois 8 mm. de plus grande dimension ; ils se groupent parfois en rosettes (fig. 2).

Leur disposition dans le crâne est assez régulière. On sait que la paroi cranienne comprend trois assises : l'externe et l'interne sont d'un tissu serré, la médiane (diploé) au contraire est formée par de larges cellules ; c'est surtout dans celles-ci que se sont développés les cristaux, qui abondent aussi dans la cavité cranienne elle-même ; sur la figure 2, représentant une portion de l'intérieur de ce crâne, on voit l'assise interne fissurée et ouverte.

La réaction, qui a donné naissance à ces cristaux, est probablement analogue à celle dont il vient d'être question à propos du gisement de Minerve, mais ici le cadavre, maintenu en vase clos, a fourni lui-même tous les éléments nécessaires à la formation de la brushite. Il semble que la matière cérébrale ait dû jouer un rôle important dans la réaction, puisque les cristaux sont surtout abondants dans la boîte cranienne (dans l'un des cadavres, qui était celui d'une femme, on n'en a même trouvé guère que là, sous les longs cheveux encore intacts) ; leur présence paraît, dans ce dernier cas, liée à des fêlures du crâne ayant permis un suintement extérieur.

C'est certainement aussi à la brushite, qu'il faut rapporter de petits cristaux lamelleux, à aspect de gypse, constitués par du « phosphate acide de chaux avec un peu de magnésie », que Fourcroy et Vauquelin ont observés (*A. C. P.* LXIV. 190. 1807) à l'intérieur d'ossements fragiles de couleur pourpre, découverts au début du siècle dernier dans un tombeau du XIe siècle de l'église Sainte-Geneviève, à Paris.

Aisne. Il en est de même pour des cristaux rencontrés dans un tombeau d'un monastère de Laon (attribué au XVe siècle), et présentés en 1835 à la Société de Pharmacie de Paris par Pelouze (*J. Pharm.* XXI. 612. 1835).

Bourgogne. — *Saône-et-Loire.* C'est probablement aussi au même minéral que se rapportaient des lames cristallines observées par mon grand-père à la surface des os d'un ancien évêque de Mâcon, dont le tombeau, datant du XIIIe siècle, a été trouvé jadis lors des fouilles faites pour la construction des Halles sur l'emplacement de l'église du vieux Saint-Vincent.

Normandie. — *Calvados.* De petits cristaux nacrés du même genre, ont été trouvés sur des débris humains renfermés dans un

cercueil de pierre gallo-romain à Blainville près Caen, dans un vieux tombeau de l'église de la Trinité à Caen (Girardin et Pleissier, *Mém. Acad. Rouen*. 1842. 58). Il n'est guère douteux qu'ils n'aient été constitués par de la brushite.

4° *Dans les poches à phosphorites.*

Quercy. — *Lot et Tarn-et-Garonne*. J'ai rencontré dans plusieurs gisements de phosphorites [Caylus (*Tarn-et-Garonne*), environs de



Fig. 3.
Pseudomorphoses de cristaux de brushite implantées sur concrétions de dahllite de Caylus.
(*Photographie réduite au tiers environ.*)

Limogne (*Lot*)], des pseudomorphoses de cristaux de brushite paraissant être les plus gros cristaux de cette espèce, qui aient été observés jusqu'à présent ; ils atteignent en effet 2 cm. de plus grande dimension. Ce sont toujours de grandes lames très aplaties, groupées en agrégats flabelliformes et implantées sur des rognons concrétionnés de colophanite, de quercyite ou de dahllite (fig. 3). Elles sont transformées en quercyite ; parfois elles sont en partie creuses et leurs cavités sont alors garnies par des mamelons de cette substance.

Un second type est constitué par d'anciens cristaux de brushite de même dimension, qui forment des croûtes continues de grande taille



Fig. 4.
Pseudomorphoses de brushite. Cénevières. (*Photographie grandeur naturelle.*)

(fig. 4), implantées contre les parois des fentes à phosphorites ou tapissent de larges cavités au milieu de blocs de quercyite concrétionnée.

Le Muséum doit à M. de Vauzelle un magnifique échantillon de ce genre, mesurant 30 cm. × 20. Il provient de Cénevières ; des échantillons analogues ont été trouvés dans d'autres gisements des environs de Limogne, notamment à Concots, puis à Devèze en Veylats (*Lot*) et, dans le *Tarn-et-Garonne*, à la Tour de Bonnal sur la route de Guillaumet à Malperin.

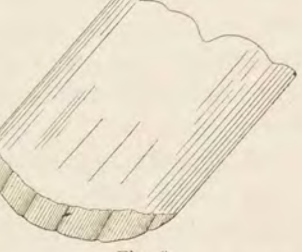


Fig. 5.
Forme des cristaux de la figure précédente.

Toutes ces pseudomorphoses possèdent la structure indiquée plus haut, mais la forme des cristaux de brushite est un peu différente. Ils ne sont pas

toujours limités par une face de la zone ph^1, mais par une pyramide courbe très voisine. Ils sont terminés en outre par une surface striée en forme de visière dont la figure 5 donne une idée.

PHARMACOLITE

$CaHAsO^4 + 2H^2O$

Monoclinique : $mm = 117°24'$

$b : h = 1000 : 308,067$ (Dx) $D = 852,835$ $d = 522,177$

Angle plan de $p = 117°\ 2'34''$

— $m = 93°31'50''$

[$a : b : c = 0,61229 : 1 : 0,35531$
$zx = 83°13'$]

Formes observées : p (001) ; m (110) ; g^1 (010), h^2 (310) ; e^1 (011) ; a_5 ($b^1\ b^{1/5}\ h^1$) ($\bar{3}21$).

	Angles calculés.		Angles calculés.
mm	117°24′	*pm	95°47′
h^2m	110° 9′	$g^1\ a_5$	110°19′
*mg^1	121°18′	$a_5\ a_5$	139°22′
pe^1	109°26′		
*g^1e^1	109°26′		

Facies. Les cristaux de pharmacolite sont très aplatis suivant g^1 (010) et généralement allongés suivant l'axe a ; les faces de la zone $p\ g^1$ sont striées parallèlement à ce même axe. Les cristaux nets sont rares ; le plus souvent, le minéral constitue de délicates aiguilles, quelquefois groupées en rosettes ; ils forment aussi des croûtes fibreuses à aspect botroyde ou stalactiforme, à fibres très serrées et à surface lisse.

Clivages. Clivage g^1 (010) parfait.

Dureté. 2 à 2,5. Flexible en lames minces.

Densité. 2,64 à 2,73.

Coloration et éclat. Incolore, blanche ou grise. Transparente ou translucide. Poussière blanche.

Eclat vitreux, nacré sur le clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice obtuse (n_g) perpendiculaire à g^1 (010). La bissectrice aiguë *négative* (n_p) fait avec l'axe vertical un angle de 69°5′, dans l'angle aigu de $p\,h^1$:

$$n_g = 1{,}5937 \text{ (D) Dufet (cristaux artificiels)}$$
$$n_m = 1{,}5892$$
$$n_p = 1{,}5822$$
$$n_g - n_p = 0{,}0112 \text{ d'où } 2V = 79°24'$$

Forte dispersion $\rho < v$.

Composition chimique. On a vu plus haut l'indication de la synthèse de la pharmacolite, effectuée par Dufet (*B. S. M.* XI. 187. 1888) et l'identité de toutes les propriétés physiques des cristaux artificiels avec celle des cristaux naturels, qui ne laisse aucun doute sur l'exactitude de la formule $CaHAsO^4 + 2H^2O$, correspondant à la composition *a*, bien que toutes les analyses faites sur le minéral naturel donnent une quantité d'eau supérieure, conduisant à un hydrate à 2,5 H^2O (24 °/₀ de H^2O) et non à $2H^2O$. Les cristaux transparents étant rares, il est vraisemblable que la matière analysée a subi un commencement d'altération.

b) Analyse de la pharmacolite botroyde de Sainte-Marie-aux-Mines, par Jannettaz (*B. S. M.* XI. 214. 1886).

	a	*b*
As^2O^5	53,3	50,54
P^2O^5	»	0,30
CaO	25,9	23,90
MgO	»	0,50
FeO	»	0,35
H^2O	20,8	23,80
SiO^2	»	0,70
	100,0	100,09

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et devient opaque. Au chalumeau, fond en gonflant en un émail blanc ; colore la flamme en bleu clair (As). Sur le charbon, donne des fumées arsénicales. Le minéral après calcination fournit une réaction alcaline. Très soluble dans les acides.

Altérations. J'ai déshydraté la pharmacolite par le même procédé

et avec les mêmes résultats que pour la brushite : ce mode d'altération est inconnu dans la nature [1].

Diagnostic. La pharmacolite se distingue par la réaction de l'arsenic des carbonates et du sulfate de calcium (gypse), ayant parfois la même apparence. Elle se différencie de la brushite en ce qu'elle fournit la réaction de l'arsenic au lieu de celle du phosphore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pharmacolite est le résultat de l'action des produits d'altération d'arséniures ou d'arséniosulfures sur leur gangue calcaire ; elle se trouve particulièrement dans des gisements cobaltifères, ce qui explique pourquoi elle est fréquemment colorée en rose par de l'érythrite.

Vosges. — [*Alsace*]. La pharmacolite a été trouvée à Sainte-Marie-aux-Mines sous deux formes : l'une constitue de petites aiguilles capillaires, soyeuses, souvent groupées autour d'un centre, dans lesquelles les formes nettes (fig. 1) sont rares, l'autre forme des masses concrétionnées ou botroydes à structure fibreuse très serrée et à surface lisse (analyse *b*). Les meilleurs échantillons ont été trouvés jadis dans la mine Saint-Jacques supérieure (Rauenthal). La collection du Muséum en possède de très beaux spécimens.

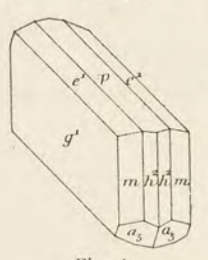


Fig. 1.
Pharmacolite.
Forme habituelle.

La pharmacolite est généralement implantée sur la calcite ou sur des schistes altérés qu'elle cimente ; la collection du Muséum possède cependant un échantillon dans lequel de petits mamelons de ce minéral reposent sur du quartz et sont associés à de l'argent natif.

1. Dans quelques gisements, on trouve associé à la pharmacolite un hydrate à une molécule d'eau, la *haidingérite* ; il n'est pas prouvé qu'il résulte de sa décomposition, car dans des essais de synthèse, M. de Schulten a produit simultanément les deux minéraux (*B. S. M.* XVI. 18. 1903). Le produit cristallisé, que j'ai obtenu en chauffant la pharmacolite, est une monétite arséniée n'existant pas dans la nature, mais faite synthétiquement par M. de Schulten.

HURÉAULITE

$$Mn^5H^2(PO^4)^4+4H^2O$$

Monoclinique: $mm = 55°18'$

$b : h = 1000 : 242,37 \quad D = 462,08 \quad d = 886,84$

Angle plan de $p = 55°2'35'$

— $m = 95°18'15''$

[$a : b : c = 1,9192 : 1 : 0,5245$ (Edw. S. Dana)
$zx = 84°1'$]

Les constantes cristallographiques de l'huréaulite ont été déterminées pour la première fois d'une façon complète (*A. M.* LIII. 293. 1858) par Des Cloizeaux sur des cristaux de la Vilate : il y a distingué trois types, différant par leur couleur : cristaux violets, cristaux jaunes et cristaux roses. Les violets n'ont qu'une forme commune (m) avec les autres : comme ce sont eux qui lui avaient fourni les meilleures mesures, Des Cloizeaux s'en est servi pour calculer les paramètres, auxquels il a ensuite rapporté les formes constatées sur les cristaux jaunes et roses. L'huréaulite a été pendant longtemps connue uniquement dans le Limousin, mais, en 1880, M. Edw. S. Dana l'a retrouvée à Branchville (Connecticut), en cristaux du même type que les cristaux jaunes et roses de la Vilate (*Am. J. Sc.* XXIX. 207. 1890).

Je me suis demandé si les cristaux violets de la Vilate appartiennent bien à la même substance que les autres et j'ai examiné les nombreux échantillons d'huréaulite de la collection de Des Cloizeaux, comprenant non seulement ceux qu'il a étudiés, mais beaucoup d'échantillons qu'il avait réservés, la petitesse des cristaux ne lui permettant pas d'en tirer parti avec les procédés dont il disposait en 1858. J'ai retrouvé deux échantillons identifiables avec les figures données par mon savant maître pour les cristaux violets. Leur densité, prise par la méthode des liqueurs denses, les propriétés optiques sont très différentes de celles de la huréaulite et il n'est pas douteux que ces cristaux ne constituent une espèce distincte, que j'ai décrite plus haut sous le nom de *vilatéite*.

Quant à l'huréaulite, j'adopte la forme de Dana[1].

Formes observées. p (001) ; h^1 (100), m (110) ; $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$) ; $d^{1/2}$ (111), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) ; $k = (b^{1/4}\, b^{1/6}\, h^1)$ ($\bar{5}11$) ; $a_4 = (d^{1/2}\, d^{1/3}\, g^{1/2})$ ($\bar{5}32$).

Les angles mesurés sont ceux de Des Cloizeaux. Mais au lieu de donner seulement ceux qu'il a publiés (*op. cit.*), j'ai extrait de ses notes les valeurs extrêmes souvent très différentes qu'il a obtenues sur ces cristaux, qui sont presque toujours constitués par des groupements d'individus imparfaitement parallèles.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	55°18′	
$^*mh^1$	117°39′	117° à 120°
$^*ph^1$	95°59′	96°32′
pa^3	174°46′	
$pa^{1/4}$	129°11′	129°10′
a^3h^1	89°15′	
$a^{1/4}h^1$	134°50′	134°20′
$pd^{1/2}$	150°14′	150°35′
$md^{1/2}$	122°32′	124°15′
pm ant.	92°46′	94°
$pb^{1/4}$	128°43′	128°30′ à 129°31′
$mb^{1/4}$	138°31′	137° a 139°50′
pm post.	87°14′	86°45′
pa_4	131°52′	
pk	120°30′	120°30′
$h^1 d^{1/2}$ ant.	71°25′	71°10′
$h^1 d^{1/2}$ adj.	108°35′	108°12′30′

	Angles calculés.	mesurés
$h^1 b^{1/4}$	107°4′	107°30′
$h^1 k$ ant.	41°40′	42°10′
$h^1 k$ adj.	138°20′	137°15′
$h^1 a_4$	114°35′	
$^*m a^{1/4}$	109° 6′	
$d^{1/2} d^{1/2}$ adj.	127°46′	129°
$b^{1/4} b^{1/4}$ adj.	92°26′	93°30′ à 96° 0′
$a_4 a_4$ adj.	111°34′	
$k k$ adj.	144° 2′	143° env.
$mb^{1/4}$	118°28′30″	114°10′ à 118°45′
$a_4 m$	107°45′30″	106°30′ à 107°10
$b^{1/4} a_4$	169°17′	169°45′
km adj.	128°20′	131°
$d^{1/2} b^{1/4}$ adj.	137°53′	138°20′
$b^{1/4} a^{1/4}$	132°25′30″	134°45′
$b^{1/4} k$	145°12′	144°50′ à 147°

Facies des cristaux. Les figures 2 et 3 d'une part et la figure 4 d'une autre représentent les deux facies des cristaux d'huréaulite de la Vilate correspondant à des cristaux de couleur différente ; ceux-ci sont fréquemment groupés en agrégats flabelliformes, rappelant ceux de la stilbite.

1. Voici la correspondance entre la forme adoptée ici et celle de Des Cloizeaux.

			Dx						Dx
p	(001)	=	o^5	(105)	$d^{1/2}$	(111)	= δ =	$(d^1 d^{1/7} h^{1/5})$	(435)
h^1	(100)	=	h^1	(100)	$b^{1/4}$	($\bar{2}21$)	= ε =	$(b^1 d^{1/10} g^{1/5})$	(9.11.10)
m	(110)	=	m	(110)	k	($\bar{5}11$)	= k =	$(b^{1/7} b^{1/12} h^{1/4})$	($\overline{19}$.5.8)
g^1	(010)	=	g^1	(010)	a_4	(532)	= x =	$(b^1 b^{1/10} h^{1/5})$	(11.9.10)
$a^{1/4}$	($\bar{4}01$)	=	$a^{8/15}$	($\overline{15}$.0.8)					

Quant aux formes g^1 (010), $o^{1/3}$ (301), p (001), e^1 (011), u ($\bar{3}11$), θ ($\bar{3}41$), signalées par Des Cloizeaux, elles n'ont été trouvées que dans les cristaux violets et par suite appartiennent à la vilatéite.

Les faces de la zone verticale sont très cannelées par suite de groupements à axes parallèles. Les faces $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) et $d^{1/2}$ (111) sont striées parallèlement à leur intersection avec la face m antérieure.

Clivages. Clivage h^1 (100) facile.

Dureté. 5.

Densité. 3,185 (cristaux rouges), 3,198 (cristaux brun rouge) (Damour. La Vilate). La densité, que j'ai prise par la méthode des liqueurs denses, a fourni 3,175 à 3,176 pour des cristaux rouges et 3,18 pour des cristaux d'un blanc rosé.

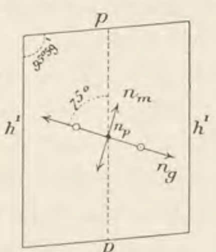


Fig. 1.
Face g^1 (010) perpendiculaire au plan des axes optiques et à la bissectrice aiguë *négative*.

Coloration et éclat. Rouge orangé, orangé, rose pâle, gris, presque incolore. Poussière jaunâtre ou blanche. Transparente à translucide.

Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. Plan des axes et bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaires à g^1 (010). La bissectrice obtuse ($\mathbf{n}_g$) fait dans g^1 (010) un angle de 75° (rouge) à 76° (bleu) avec l'axe vertical, dans l'angle obtus ph^1. Dispersion tournante avec $\rho < v$. $\mathbf{n}_m = 1,66$ environ.

$2\,H_a =$	84°51′	85°52′	2E = 163° à 173°52′ (rouge).
	85°20′	86°22′	2E = 168°26′ à 180° (jaune).
	85°34′	87°17′	réflexion totale dans l'air (bleu).

L'écartement des axes diminue avec la chaleur (de 6°34′ entre 45° et 125° C.)

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net seulement dans la variété rouge orangée : il se produit dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g$ = jaune rougeâtre à brun rouge
$\mathbf{n}_m$ = jaune clair un peu rosé
$\mathbf{n}_p$ = incolore.

Composition chimique. La formule $Mn^5H^2(PO^4)^4 + 5H^2O$ ou $5\,MnO\ 2P^2O^5 + 5H^2O$ correspond à la composition chimique donnée en *a*).
Une partie du manganèse est remplacée par du fer.

Analyses [1] de l'huréaulite *b*) des Huréaux par Dufrénoy (*op. cit.*); *c* et *d*) des cristaux jaunes de la Vilate par Damour (*op. cit.*) *e*) des cristaux rouges de la Vilate par Damour.

1. Une analyse plus ancienne de Vauquelin (*A.C.P.* XXX. 302. 1825) a donné $P^2O^5 = 32,8$; $MnO = 36,2$; $FeO = 11,0$; $H^2O = 20.0$.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
P^2O^5	39,0	38,00	37,96	38,20	37,83
MnO	48,6	32,85	41,15	42,04	41,80
FeO	»	11,10	8,10	6,75	8,75
H^2O	12,4	18,00	12,35	12,00	11,60
Quartz	»	»	0,35	0,50	0,30
	100,00	99,95	99,91	99,49	100,26

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau en devenant gris jaunâtre. Au chalumeau, fond facilement en colorant la flamme en vert pâle et en donnant une perle jaune rougeâtre, qui cristallise par le refroidissement; celle-ci noircit au feu d'oxydation. Donne la réaction du manganèse et du fer.

Facilement soluble dans les acides.

Diagnostic. Les formes, la coùleur, les propriétés optiques ne permettent de confondre l'huréaulite avec aucun autre phosphate ferro-manganésifère.

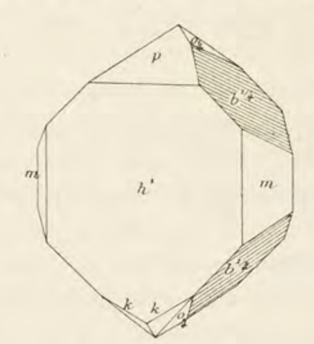
GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* L'huréaulite est une des plus rares espèces minérales. Elle a été découverte, en 1825, par Alluaud dans la carrière de pegmatite des Huréaux en Saint-Sylvestre (*Ann. sc. nat.* VIII. 346. 1826) et décrite par Vauquelin (*A.C.P.* XXX. 302. 1825), qui a écrit incorrectement son nom « huraulite ». Peu après, Dufrénoy en a repris l'étude (*A.M.* VII. 137. 1830). Les échantillons de ce gisement, que possède la collection du Muséum, sont d'un jaune rougeâtre, groupés confusément sur de l'hétérosite ou de la dufrénite ; leur imperfection fait comprendre celle de l'étude cristallographique de Dufrénoy. Après cette découverte de 1825, limitée à quelques échantillons, l'huréaulite n'a plus été retrouvée aux Huréaux.

De 1849 à 1852, le minéral a été rencontré dans un gisement voisin, dans les carrières de pegmatite de la Vilate près Chanteloube. C'est ce gisement qui a fourni les échantillons qui se trouvent actuellement dans les collections[1] et notamment ceux qui ont été décrits par Damour et Des Cloizeaux (*A.M.* LIII. 293. 1858). J'ai eu entre les mains les documents étudiés par ces savants; depuis lors, l'abandon des carrières de la Vilate a rendu définitive la disparition de ce minéral.

1. Ils y sont souvent indiqués incorrectement comme provenant des Huréaux.

On peut distinguer deux variétés d'huréaulite. La première consiste en cristaux brun orangé, implantés dans des cavités de corrosion d'hétérosite ou de triphylite généralement méconnaissables ; ils sont associés à de la dufrénite fibreuse, à de l'angelardite, aux divers minéraux incomplètement connus dont il est question plus loin ; ils



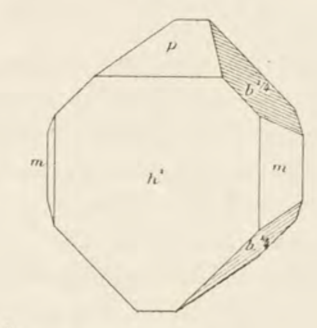


Fig. 2 et 3.
Huréaulite de la Vilate (cristaux d'un brun orangé).

sont quelquefois recouverts de houppes de cacoxénite. Ces cristaux sont isolés ou bien groupés en gerbes, en petits mamelons, hérissés de pointements cristallins. Ils forment aussi, avec dufrénite et angelardite, des masses fibrolamellaires, dont la couleur tire sur le rouge orangé.

Ces cristaux sont aplatis suivant h^1 (100) et présentent en outre les formes p (001), m (110), $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) et les formes a_4 (332) et k ($\bar{5}11$), qui leur sont spéciales (fig. 2 et 3 ; la pyramide a_4 a été notée o par erreur de gravure).

Le second type est constitué par des cristaux incolores, rosés ou gris de fumée, transparents; ils forment des groupes fasciculés, rappelant ceux de la stilbite, qui peuvent atteindre de 7 à 8 mm. de longueur sur 3 à 4 mm. de diamètre. Ils se trouvent seuls dans les cavités de corrosion de grosses masses de triphylite, dont les clivages sont devenus plus faciles par suite d'altération ; souvent cette triphylite est transformée en une masse cloisonnée, dont les vides sont tapissés par des cristaux d'huréaulite néogène. La collection du Muséum possède un très gros échantillon de ce genre. Enfin, ce même type d'huréaulite accompagne l'un des minéraux indéterminés dans des masses miarolitiques fragiles, qui remplissent des cavités du quartz.

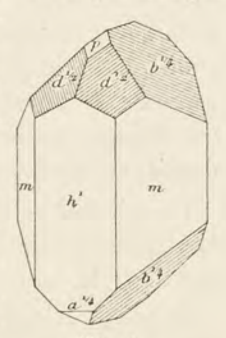


Fig. 4.
Huréaulite de la Vilate (cristaux roses).

Les cristaux de ce type sont caractérisés par l'égal développement des formes h^1 et m ; $b^{1/4}$ ($\bar{2}21$) est toujours présent et souvent très développé ; les formes p, $a^{1/4}$ ($\bar{4}01$), $d^{1/2}$ (111) (fig. 4) existent en outre quelquefois.

PHOSPHATES IMPARFAITEMENT CONNUS

Parmi des échantillons d'huréaulite provenant de la carrière de la Vilate, j'ai rencontré au moins deux minéraux certainement nouveaux, mais dont je ne puis faire l'étude complète, faute de matériaux suffisants. Ils ne se présentent qu'en petite quantité et toujours si intimement mélangés à l'huréaulite, à l'angelardite, à la dufrénite, qu'il est impossible d'en isoler une quantité suffisante pour une analyse.

La composition chimique qualitative est voisine de celle de l'huréaulite, mais en fondant avec du carbonate de sodium de petits fragments à peu près de même taille d'huréaulite et de ces minéraux, il est possible de constater que la proportion de manganèse est dans ceux-ci beaucoup plus faible que dans l'huréaulite.

A. Le minéral est monoclinique, mais ses propriétés optiques le font distinguer immédiatement de la huréaulite ; quand on place ces deux substances sur une même lamelle de verre, après les avoir réduites en fragments de mêmes dimensions, on constate que la biréfringence du minéral indéterminé est trois ou quatre fois plus grande que celle de l'huréaulite. Le pléochroïsme est constant et se fait dans les teintes jaunes, avec maximum suivant $\mathbf{n}_g$ (jaune-citron). La densité est de 2.95.

Ce minéral se rencontre sous les aspects suivants, qui ne peuvent être précisés qu'au microscope, aucun cristal mesurable n'ayant pu être extrait.

Il forme des agrégats de petits cristaux d'un jaune-paille, mélangés d'huréaulite rose dans les cavités du quartz ; ces cristaux ont un aspect pseudorhomboédrique ; ils sont aplatis suivant une face de la zone de symétrie, dont l'angle plan au sommet est d'environ 104°.

Je l'ai rencontrée aussi en petits cristaux, raccourcis suivant l'axe vertical, limités par un prisme très obtus et des pyramides, dont l'angle au sommet est voisin de celui donné plus haut. Grâce au grand angle que font entre elles les faces prismatiques, les cristaux montés dans le

baume, sont sensiblement couchés suivant h^1 et s'éteignent parallèlement à leur allongement ; ils sont fréquemment réunis en touffes qui permettent de constater l'existence de macles polysynthétiques suivant h^1. Ce type se trouve dans les cavités de la dufrénite et de l'angelardite.

B. Un autre minéral, d'un jaune un peu brunâtre, forme des mamelons, hérissés de pointements cristallins, ou de petites aiguilles fréquemment groupées en gerbes divergentes. L'allongement suivant l'axe vertical est très net. Les cristaux sont aplatis suivant g^1 (010), direction d'un clivage facile et présentent la base (p h^1 113° env.). La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) et normale à g^1 ; les axes optiques sont assez écartés. Dans g^1, $\mathbf{n}_m$ fait un angle de 28° à 30° avec c, dans l'angle obtus ph^1.

Le pléochroïsme est net : $\mathbf{n}_m$ = jaune paille ; $\mathbf{n}_p$ = jaune d'or. La densité est de 2,46.

Ces cristaux sont associés à l'huréaulite brun rouge, ils la supportent ou la recouvrent ; ils servent eux-mêmes parfois de support à de fines aiguilles de cacoxénite.

Il existe aussi une variété en fibres d'un jaune vif, quelquefois divergentes, qui constituent avec huréaulite fibrolamellaire brun rouge foncé, et angelardite sphérolitique, des masses cristallines généralement enveloppées de dufrénite : les trois premiers de ces minéraux sont intimement mélangés.

STIBICONITE

$Sb^2O^4 + H^2O$

Amorphe.

Facies. Ce minéral se présente en masses compactes, terreuses, concrétionnées ou en pseudomorphoses de cristaux de stibine ou de valentinite.

Dureté. 4,5 à 5.

Densité. 5,1 à 5,28.

Coloration et éclat. Jaune pâle à jaune blanc, blanc rougeâtre. Opaque : transparente en lames très minces. Éclat un peu nacré ou terreux.

Composition chimique. Ce minéral, provenant toujours d'altération, est souvent impur.

La formule $Sb^2O^4 + H^2O$ ou $Sb^2O^3, Sb^2O^5 + H^2O$ correspond à la composition suivante :

Sb.....	74,5
O......	19,9
H^2O....	5,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Décrépite et donne de l'eau dans le tube; au chalumeau, reste infusible ou fond difficilement en une scorie grise en donnant un enduit blanc. Les autres réactions sont celles de la cervantite.

Diagnostic. Ne se distingue de la cervantite que par le dégagement de l'eau dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La stibiconite est le produit le plus habituel de la décomposition de la stibine. Elle se rencontre en quantité plus ou moins grande aux affleurements de tous les gisements de ce minéral énumérés tome II. Elle y constitue d'ordinaire des épigénies du sulfure, dans lesquelles il est possible de reconnaître la forme du minéral primitif. Dans quelques-uns d'entre eux, dans ceux de la *Haute-Loire* notamment (Brioude, Freycenet, La Farge) et dans ceux du *Cantal* (environs de Massiac), etc., on a exploité des masses de stibiconite, ayant plusieurs mètres d'épaisseur ; la stibine intacte a été ensuite rencontrée en profondeur.

RIVOTITE

Ce nom a été créé par Ducloux (*C.R.* LXXVIII. 1471. 1874) pour une substance trouvée à la Sierra del Cadi dans la province de Lérida en Espagne, et qu'il considérait comme un carbono-antimoniate de cuivre.

J'ai montré (*B.S.M.* XXXIII. 190. 1910) qu'elle est en réalité constituée par une pseudomorphose de panabase en un mélange de stibiconite et de malachite et signalé l'existence d'un produit analogue à Irazein, près Sentein (*Ariège*), où il forme des amas en chapelets, au milieu de calcaires dolomitiques dévoniens.

Il existe tous les passages possibles entre la panabase imparfaitement transformée et des blocs d'un brun verdâtre à cassure terne ou verdâtre et luisante, dans lesquels il n'existe plus aucun élément sulfuré. En lames minces, on distingue une structure rappelant celle de la serpentine alvéolée ; elle est formée par des bandes de stibiconite jaune, localement imprégnées de malachite et entourant les débris intacts de panabase. La masse est traversée par des veinules de malachite et de chessylite. Un traitement par l'ammoniaque ou l'acide acétique permet de séparer la malachite de la stibiconite ferrifère, facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

La rivotite n'est donc pas une espèce minérale, mais un minerai qui, dans les échantillons d'Irazein que je dois à M. Vaussard, renferme 38 °/₀ de cuivre (métal) et 15 kgm. d'argent à la tonne ; ce nom peut être conservé pour distinguer ce minerai, qui a une certaine constance de composition et de structure.

FLAJOLOTITE

Je désigne sous ce nom une substance en masses compactes ou terreuses, d'un jaune-citron lorsqu'elle est pure et qui a été signalée pour la première fois dans le gisement de nadorite de Hammam N' Baïl par Flajolot (*A.M.* XX. 28. 1871).

Les analyses suivantes (*a* et *b*), publiées par ce chimiste, sont assez concordantes et se rapprochent de la formule $(FeSbO^4)^2 + 1,5 H^2O$ ou $Fe^2O^3 Sb^2O^5 + 1,5 H^2O$, dont la composition théorique est donnée en *a*, mais une analyse plus récente, faite par M. Pisani (*b*) sur un échantillon, recueilli à l'époque où Flajolot a publié son mémoire, est plus complexe ; il est vrai qu'on peut supposer que la substance analysée était moins pure, on a déduit 5,2 °/₀ de célestite.

	a	*b*	*c*	*d*
Sb^2O^5	63,5	59,30	64,3	353,8
As^2O^5	»	2,50	»	»
Fe^2O^3	31,4	33,40	32,1	28,0
Al^2O^3	»	1,30	»	6,2
PbO	»	0,45	»	»
SiO^2	»	tr.	»	7,7
H^2O	5,1	3,05	3,6	5,0
	100,0	100,00	100,0	100,7

L'étude chimique de cette substance serait à reprendre et il serait en particulier intéressant de rechercher si elle ne présente pas quelque rapport avec la *tripuhyite*, à laquelle MM. Hussak et Prior attribuent la formule $2FeO\,Sb^2O^5$; M. Pisani considère cependant le fer comme étant certainement à l'état ferrique dans le minéral algérien.

Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux que cette substance ne constitue une combinaison de fer et d'acide antimonique, car il n'est pas possible de la considérer comme un mélange de ces deux corps; elle est en effet remarquablement fixe, inattaquable par tous les acides, très difficilement attaquée par fusion avec le carbonate de sodium ou avec le bisulfate de potassium. Elle n'est facilement décomposée que par fusion avec la potasse caustique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Algérie. — *Constantine*. Au début de l'exploitation de la mine de Hamman N'Baïl, il y a une quarantaine d'années, la flajolotite se trouvait sous forme de nodules ayant plus d'un décimètre de diamètre, localement imprégnés par la calcite; dans les échantillons que possède le Muséum, elle n'est mélangée avec aucun autre minéral, si ce n'est avec un peu de célestite microscopique.

Aujourd'hui, ainsi qu'on l'a vu page 358, la partie du gisement exploitée ne renferme plus de nadorite, mais par contre, on y rencontre en grande abondance le produit qui nous occupe : il sert même de minerai d'antimoine (renfermant en moyenne de 38 à 40 °/₀ de Sb).

Les échantillons, que je dois à M. Varela, sont loin d'avoir l'homogénéité de ceux décrits plus haut. M. Dussert, qui a publié des analyses partielles de ce minerai (*A.M.* XVII. 42. 1910), y signale l'existence de 5 à 6 °/₀ de chaux et a émis l'hypothèse qu'il constitue peut-être un mélange de roméite, de limonite et d'argile, hypothèse qui ne me semble pas justifiée puisque les analyses données plus haut montrent que la chaux n'est pas essentielle et puisque, d'autre part, l'oxyde de fer fait partie intégrante du minéral.

Celui-ci est parfois mélangé d'hématite qui le colore en rouge; un traitement à l'acide chlorhydrique chaud permet d'enlever cette impureté sans dissoudre d'antimoine et la flajolotite apparaît alors avec sa couleur jaune naturelle.

BLEINIÉRITE

$y\,PbO\,x\,Sb^2O^5 + nH^2O$

Amorphe.

Facies. La bleiniérite se présente en masses amorphes, compactes réniformes, lamelleuses (lames concentriques), parfois terreuses : elle conserve souvent la forme du minéral aux dépens duquel elle s'est produite.

Dureté. 4.

Densité. 4.6 à 5.

Coloration et éclat. Brune, jaune, grise ou blanche. Translucide ou opaque.

Éclat résineux très vif dans certaines variétés, aspect terreux dans d'autres.

Composition chimique. La bleiniérite est un antimoniate hydraté de plomb de composition très variable suivant les gisements de 31 à 52 °/₀ de Sb^2O^5, de 62 à 41 de PbO ; de 5 à 12 °/₀ H^2O.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau. Sur le charbon est réduit en un globule de plomb et d'antimoine entouré par une auréole jaune, à laquelle succède une auréole blanche.

Attaquée par l'acide azotique étendu avec résidu d'acide antimonique, par l'acide chlorhydrique avec résidu blanc de chlorure de plomb.

Altération. Par altération, la bleiniérite se transforme en massicot, cérusite et avec résidu de stibiconite.

Diagnostic. La bleiniérite se distingue de la cérusite compacte, dont elle possède l'éclat, parce qu'elle ne se dissout que partiellement et sans effervescence dans l'acide azotique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La bleiniérite est un produit d'altération assez fréquent des sulfo-antimoniures de plomb (bournonite, boulangérite, jamesonite) et tous les gisements cités dans ce livre à l'étude de ces minéraux en renferment plus ou moins, mais quelques-uns d'entre eux méritent une mention spéciale.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* De beaux échantillons noirs ou jaunes de bleiniérite, à éclat vitreux, ont été trouvés aux affleurements

du filon de boulangérite de la mine de la Rodde près Ally. On l'y a rencontrée parfois elle-même altérée et transformée en massicot pulvérulent.

Puy-de-Dôme. La zinkénite de Peschadoire près Pontgibaud est en partie transformée en bleiniérite d'un jaune brun à brun-châtaigne, possédant un éclat résineux très vif; ce gisement a fourni de très beaux échantillons de ce minéral.

Alpes. — *Isère*. Les gros cristaux de bournonite de Prunières sont généralement très altérés et épigénisés par de la bleiniérite ; les échantillons que j'ai étudiés diffèrent beaucoup de ceux de Peschadoire. Le minéral a une cassure terne, il est blanc, marbré de vert par imprégnation de malachite ; il fait quelquefois effervescence avec les acides par suite de l'existence, non seulement de malachite, mais encore d'une petite quantité de cérusite, qui lui est mélangée.

Hautes-Alpes. Je dois à M. Thénaud des échantillons de bleiniérite caverneux provenant de Bréziers ; ils résultent de l'oxydation de bournonite.

Algérie. — *Constantine*. C'est le gisement de Hammam N'baïl, qui a fourni la plus grande quantité de bleiniérite que je connaisse. La nadorite y est souvent entièrement transformée en ce minéral : ses cristaux ont conservé leur forme, mais ils sont devenus d'un jaune d'or et ternes ; ce n'est que dans la cassure qu'apparaît l'éclat gras caractéristique de la bleiniérite, les lames de nadorite étant parfois très minces ; la bleiniérite constitue alors des pellicules transparentes, monoréfringentes. Ce minéral est souvent mélangé avec de la cérusite et supporte des cristaux nets de ce minéral.

LEUCOCHALCITE

$Cu^3 (AsO^4)^2 Cu (OH)^2 + 2 H^2O$

Orthorhombique ?

Facies. La leucochalcite n'est connue qu'en petites aiguilles, sans terminaisons distinctes.

Coloration et éclat. Blanche à blanc grisâtre. Translucide ou transparente.

Éclat soyeux très vif.

Propriétés optiques. Les aiguilles possèdent une extinction longitudinale avec signe d'allongement positif.

Composition chimique. La formule $Cu^3 (AsO^4)^2 . Cu(OH)^2 + 2H^2O$, ou $4 CuOAs^2O^5 + 3H^2O$ correspond à la composition suivante :

As^2O^5.....	42,7
CuO	47,2
H^2O	10,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Dégage de l'eau dans le tube. Au chalumeau, verdit, puis fond en un verre noir.

Soluble dans l'acide azotique.

Diagnostic. La leucochalcite se distingue des variétés fibreuses d'olivénite, d'un gris verdâtre, par l'eau qu'elle dégage dans le tube à basse température.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Congo. — La leucochalcite n'était connue jusqu'à présent qu'à la mine Wilhemine dans le Spessart.

Je l'ai rencontrée récemment (*B.S.M.* XXXI. 255. 1908) parmi les minéraux de la mine de Mindouli. Elle constitue de délicates houppes, extrêmement fragiles, implantées sur des cristaux de quartz, associés à la dioptase. L'unique échantillon rencontré ne m'a permis que des observations qualitatives.

BAYLDONITE

$(Cu,Pb)(Cu.OH) AsO^4 + 0,5 H^2O$

Facies. Petites masses concrétionnées avec cavités à surfaces mamelonnées.

Cassure. Cassure conchoïdale ou inégale.

Dureté. 4,5.

Densité. 5,35.

Coloration et éclat. Vert d'herbe à vert noir. Poussière jaune-serin à vert d'herbe. Translucide.

Éclat résineux.

Composition chimique. La formule $(Cu,Pb)(Cu.OH) AsO^4 + 0,5$

H^2O ou $4(Pb,Cu)OAs^2O^5 + 2H^2O$, avec Pb:Cu=1:3 correspond à la composition suivante :

As^2O^5...	31,7
CuO	32,7
PbO....	30,6
H^2O	5,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et noircit. Au chalumeau, décrépite, fond en un globule noir et donne des vapeurs arsénicales en laissant de petites grenailles d'un alliage de cuivre et de plomb à éclat métallique.

Difficilement soluble dans l'acide azotique.

Diagnostic. Ce minéral est le seul arséniate de plomb et de cuivre connu ; ses réactions chimiques sont donc caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Allier.* La bayldonite n'est connue jusqu'ici que dans le Cornwall.

Il est fort probable que c'est à cette espèce qu'il faut rapporter un arséniate de cuivre et de plomb, trouvé par Fournet (*C. R.* LIV. 1096. 1862) dans un filon de limonite traversant le calcaire dévonien de Diou, minéral répondant à la description donnée plus haut, mais que je n'ai pas eu en mains.

TYROLITE

$$Cu(Cu.OH)^4(AsO^4)^2 + 7H^2O$$

Orthorhombique.

$$[a : b : c = 0,9325 : 1 : ? \text{ (Dana)}]$$

mm 94° *mh* [1] 137°

Facies. La tyrolite ne se trouve que très rarement en lames pourvues de contours géométriques ; elle se présente d'ordinaire en lames groupées en éventail ou en rosettes plus ou moins régulières, qui sont parfois allongées suivant l'axe *a* (Boberty) et plus souvent suivant l'axe *b*.

Clivages. Clivage parfait, micacé, suivant *p* (001), donnant des lames flexibles.

Dureté. 1, à 1,5. Sectile.

Densité. 3,16 à 3,374. 3,224 (Sainte-Marie-aux-Mines).

Coloration et éclat. Vert-pomme ou vert-de-gris passant au bleu-ciel. Vert-émeraude. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif, parfois un peu soyeux sur les lames de clivage ; éclat vitreux dans les autres directions.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) normale à p (001), avec angle des axes optiques très grand et forte dispersion $\rho > v$.

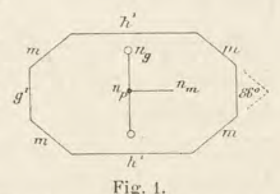


Fig. 1.
Face p (001) perpendiculaire à la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$).

Pléochroïsme. Pléochroïsme faible.

$\mathbf{n}_g$ = vert-émeraude vif.
$\mathbf{n}_m$ = vert, avec légère teinte jaunâtre.

Composition chimique. La formule Cu (Cu.OH)^4 (AsO^4)^2 + 7 H^{2}O ou 5 CuO As^{2}O^5 + 9 H^{2}O correspond à la composition suivante. Quelques analyses indiquent une assez grande quantité de carbonate de calcium qui, dans l'établissement de la formule ci-contre, a été considéré comme dû à des impuretés, mais qui entre peut-être dans la constitution du minéral ; dans ce cas, celui-ci devrait être déplacé dans la systématique.

As^{2}O^5...	29,2
CuO.....	50,2
H^{2}O.....	20,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite et donne beaucoup d'eau. Au chalumeau, fond en un globule gris d'acier. Sur le charbon, donne des fumées arsénicales et fond en une masse facile à réduire en un globule de cuivre au feu réducteur. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. Voir à chalcophyllite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Alsace**]. — *Vosges.* J'ai trouvé dans la collection du docteur Carrière et dans celle de Daubrée des échantillons de tyrolite provenant de Sainte-Marie-aux-Mines. Ils consistent en quartz, très fissuré et pénétré d'un peu de malachite, associée à de belles lames d'un vert-émeraude, possédant les propriétés énumérées plus haut : la densité

a été prise à l'aide de l'iodure de méthylène ; l'examen des propriétés optiques ne laisse pas de doute sur leur nature. Le minéral est trop peu abondant pour qu'il m'ait été possible d'en faire l'analyse.

M. Ungemach rapporte à la tyrolite (*B. S. M.* XXIX. 257. 1906) un minéral soyeux, dont la couleur varie du vert bleu au vert d'eau, et qui accompagne la chessylite dans le filon cuprifère de Triembach (Val de Villé).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Il existe dans le massif du Pic d'Arbizon et près du petit lac d'Arron des filons quartzeux renfermant de la chalcopyrite et du mispickel. Parmi leurs produits d'oxydation, j'ai recueilli des croûtes d'un vert-émeraude, constituées par des écailles de tyrolite mêlées à de la calcite.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les fentes du mispickel de Boberty, près Anzat-le-Luguet, sont couvertes d'enduits d'un vert-malachite, localement lamelleux, d'un arséniate de cuivre hydraté ; ses propriétés optiques permettent de le rapporter à la tyrolite. Les lames aplaties suivant p sont parfois allongées parallèlement à g^1 (trace du plan des axes optiques).

Maures. — *Var*. J'ai rencontré de magnifiques échantillons de



Fig. 2.
Rosettes de tyrolite avec fines aiguilles d'olivénite encroûtées de malachite. Mine de la Garonne. (*Grossissement d'environ cinq diamètres.*)

tyrolite, d'un vert-émeraude, parmi des minéraux de la mine de la

Garonne. La tyrolite forme des lames ou bien rectangulaires,ou bien limitées par les faces *m*, h^1, g^1, et alors allongées suivant l'axe *b*, par lequel elles sont implantées sur le poudingue quartzifère. Elles constituent des agrégats en éventail, qui parfois recouvrent entièrement leur gangue. Dans d'autres cas, elles se réunissent en délicates rosettes, sur lesquelles sont implantées de fines aiguilles d'olivénite (fig. 2), qu'encroûte souvent de la malachite.

Je signale ici un minéral, peut-être voisin de la tyrolite, qui constitue sans doute une espèce nouvelle, mais dont je ne possède qu'un échantillon insuffisant pour permettre une étude complète.

Il s'agit d'un échantillon de pegmatite de la Vilate, sur lequel sont implantés en agrégats de petits cristaux, d'un bleu verdâtre, renfermant As^2O^5, CuO, CaO, H^2O, avec un peu de fer et d'alumine. Le minéral forme des lamelles groupées en éventail, monocliniques, aplaties suivant g^1 (010), limitées par des prismes verticaux et par *p* (001) [$ph^1 =$ 100° environ mesuré au microscope]. Le plan des axes optiques et la bissectrice obtuse *négative* ($\mathbf{n}_p$) sont perpendiculaires à g^1. L'écartement des axes est assez grand autour de la bissectrice aiguë *positive*, qui, dans g^1, fait un angle de 13° avec l'axe *c*, dans l'angle obtus ph^1. Le pléochroïsme est faible : $\mathbf{n}_g =$ à peine bleuâtre, $\mathbf{n}_m =$ vert clair, $\mathbf{n}_p =$ incolore.

CHALCOPHYLLITE

$(Cu.OH)^3Cu(OH)^2AsO^4 + 3,5\ H^2O$.

Rhomboédrique. $pp = 69°\ 48'$ (Dx.)

$[a : c = 1 : 2{,}5538]$.

Formes observées : a^1(0001) ; *p*(10$\bar{1}$1) ; pa^1 108°44'.

Facies. La chalcophyllite se présente en petites lames hexagonales, limitées par des faces *p* ; elles portent souvent des stries triangulaires, traces de clivages rhomboédriques.

Clivages. Clivage, micacé suivant a^1 (0001) ; traces suivant *p* (10$\bar{1}$1).

Dureté. 2.

Densité. 2,4 à 2,66. 2,735 (Mine de la Garonne).

Coloration et éclat. Vert-émeraude, vert-de-gris, vert bleuâtre. Transparente.

Éclat nacré sur le clivage a^1, vitreux sur les autres faces.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}6323 \text{ (Na) (Gaubert)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}5745$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0578$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est peu intense dans les teintes vertes : le maximum d'absorption a lieu suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule de la chalcophyllite est incertaine ; celle qui est adoptée ici : $Cu(OH)^3Cu(OH)^2 As O^4 + 3{,}5 H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante.

As^2O^5......	24,4
CuO.......	53,9
H^2O......	21,7
	100,0

Rammelsberg admet la formule 9 CuO Al^2O^3 $2As^2O^5 + 27 H^2O$, en faisant entrer dans la composition du minéral une petite quantité, variable d'ailleurs, d'alumine, trouvée dans la plupart des analyses.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite, donne de l'eau et verdit ; les autres réactions sont celles de l'olivénite. Soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

Diagnostic. La chalcophyllite, grâce à sa structure micacée, ne peut guère être confondue avec les autres arséniates de cuivre, à l'exception de la tyrolite : la densité de celle-ci est plus grande et la forme différente ; la tyrolite en effet est orthorhombique, les axes optiques sont très écartés autour de la bissectrice aiguë *négative* normale au clivage micacé, tandis que la chalcophyllite est nettement uniaxe et optiquement *positive*.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Maures. — *Var.* Ce minéral rare a été trouvé en magnifiques échantillons dans le gîte cuprifère de la mine de la Garonne, près Hyères, où il est surtout associé à la lettsomite, à la pseudomalachite et à la malachite mamelonnées.

Fig. 1.
Chalcophyllite.

Il constitue de petites lamelles hexagonales, bordées par p (fig. 1), souvent groupées en grand nombre à axes paral-

lèles et imbriquées les unes sur les autres ; elles forment ainsi des groupements cristallins très brillants (fig. 2).



Fig. 2
Groupement de lamelles de chalcophyllite. Mine de la Garonne.
(*Grossissement de deux diamètres.*)

Vosges. — [*Alsace*]. Carrière a signalé la chalcophyllite (sous le nom *d'érinite* de Beudant) à Sainte-Marie-aux-Mines ; il parle de formes hexagonales, provenant de la mine des Trois (Val de Liepvre). Les échantillons que j'ai trouvés dans sa collection, étiquetés sous ce nom, sont constitués par de la tyrolite, mais M. Leslin m'a communiqué un échantillon qui appartient bien à la chalcophyllite ; il consiste en lames fort petites, d'un vert plus pâle que celui présenté d'ordinaire par la chalcophyllite ; leurs propriétés optiques ne laissent cependant pas de doute sur leur identification.

PHARMACOSIDÉRITE

$$Fe^3[O(H.K)]^3(AsO^4)^2 + 5\,H^2O.$$

Cubique, tétraédrique.

Formes observées. p (100), $\frac{1}{2}\ a^1$ [$\varkappa$(111)], $a^{40}\ \frac{1}{2}$ [$\varkappa$ (40.1.1)].

Facies. La pharmacosidérite se rencontre uniquement sous forme de petits cubes, avec parfois des faces tétraédriques ; les faces p sont striées parallèlement à leur intersection avec a^1 par suite de l'existence du trapézoèdre vicinal [a^{40} (40. 1. 1)]. Le minéral est toujours cristallisé, mais parfois constitue des croûtes cristallines à formes indistinctes.

Clivages. Clivage imparfait suivant p (100). Cassure inégale.

Dureté. 2,5.

Densité. 2,798. (Puy-les-Vignes).

Coloration et éclat. Verte (vert-olive à vert-émeraude), jaune à jaune brun. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente en lames minces.

Éclat gras à adamantin.

Propriétés optiques. L'examen des propriétés optiques montre que la pharmacosidérite n'est que pseudocubique et formée de six cristaux ayant pour base les faces du cube (E. Bertrand. *B. S. M.* IV. 255. 1881). Une lame parallèle à p montre la division en quatre (fig. 1) ou cinq (fig. 2) secteurs (suivant la situation de la section par rapport au centre du cristal), habituels à ce type de structure. Parfois (Vaulry), ils sont homogènes; le plus souvent, ils présentent de fines macles rectangulaires.

Le secteur central s'éteint suivant ses diagonales, direction du plus grand indice de la plaque ; j'ai pu constater dans les cristaux étudiés plus haut, que c'est $\mathbf{n}_p$, normal à la plaque, qui est la bissectrice aiguë (fig. 2) ; l'angle 2E est variable, souvent assez petit et parfois nul. Dans les cristaux servant de bordure, l'extinction se fait suivant les côtés, parallèlement auxquels est placé le plus petit indice de la section (fig. 1 et 2).

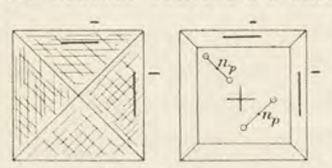


Fig. 1 et 2.
Lames p (100) de pharmacosidérite de Vaulry.

L'action de la chaleur produit un effet digne de remarque décrit par R. Brauns (*Opt. anom. Krist.* 1891. 349). Tandis que dans la partie centrale des plaques, on n'observe pas de modification consécutive à une élévation de température, dans la bordure au contraire, les indices prennent des valeurs de plus en plus voisines, puis $\mathbf{n'}_g$ permute avec $\mathbf{n'}_p$. Ce changement d'état, reversible, n'est accompagné

d'aucune modification chimique et montre que la pharmacosidérite est polymorphe à des températures différentes.

$n = 1,676$ (Na) (Gaubert).

Les cristaux de pharmacosidérite sont très perméables : un cristal plongé dans l'ammoniaque devient rapidement rouge ; placé ensuite dans l'acide chlorhydrique dilué, il reprend sa couleur primitive.

Composition chimique. La formule $Fe^3[O(H.K)]^3(AsO^4)^2 + 5H^2O$ ou $2FeAsO^4$, $Fe[O(HK)]^3 + 5H^2O$ a été établie récemment par M. Hartley (*Miner. Magaz.* XII. 152. 1899) ; elle correspond à la composition centésimale suivante :

As^2O^5.....	39,18
Fe^2O^3.....	40,88
K^2O.......	var.
H^2O.......	19,94
	100,00

Le potassium remplace une partie de l'hydrogène de l'hydroxyle ; sa proportion est variable et peut atteindre dans quelques gisements 4,54 %. A 130° C., le minéral perd 5 molécules d'eau (15,53 %).

Essais pyrognostiques. Comme la scorodite, mais en outre il est facile de mettre en évidence la présence du potassium en attaquant sur une lame de verre le minéral par un acide et en ajoutant à sa dissolution un peu de chlorure de platine. Il se produit aussitôt des octaèdres jaune d'or de chloroplatinate de potassium.

Diagnostic. La forme cubique et les propriétés optiques ne permettent de confondre la pharmacosidérite avec aucun autre arséniate.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La pharmacosidérite est, comme la scorodite qu'elle accompagne fréquemment, un produit habituel de la décomposition du mispickel ; elle se trouve dans les gisements de celui-ci, c'est-à-dire dans les filons stannifères, wolframifères et dans des filons de quartz, mais elle existe aussi dans quelques filons cuprifères contenant des arséniures ou des sulfoarséniures.

1° *Dans les gisements de mispickel.*

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La pharmacosidérite a été signalée par de Limur (*op. cit.*) à la Villeder.

Ille-et-Vilaine. Elle se rencontre dans un filon de quartz aux Buttes de Coesmes, près Rennes (Kerforne. *Bul. Soc. Sc. Méd. Ouest.* XII. 200. 1903).

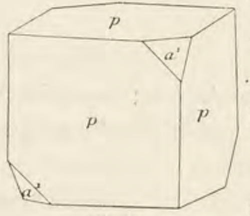


Fig. 3.
Pharmacosidérite. Forme commune.

Anjou. — *Maine-et-Loire*. Petits cristaux dans le quartz d'Avrillé.

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. La pharmacosidérite, en cubes verts, se trouve dans les cavités du quartz des filons stannifères de Vaulry, dans le quartz du filon wolframifère de Puy-les-Vignes, près Saint-Léonard. Les cristaux de cette localité sont fréquemment jaunes.

Puy-de-Dôme. J'ai rencontré des cubes de pharmacosidérite d'un vert jaune dans une limonite des environs d'Avèze. Je dois à MM. Gonnard et L. Roux des cristaux verts du même minéral occupant les cavités laissées par la disparition de cristaux de pyrite et de mispickel dans la microgranite de Cher au nord-ouest d'Echandelys.

Saône-et-Loire. En petits cristaux jaunes accompagnant le wolfram de Montortu près Autun (voir p. 259).

2° *Dans des gisements cuprifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. Petits cubes d'un vert-olive, associés à de la panabase altérée, dans le filon de Triembach dans le Val de Villé (Ungemach. *B. S. M.* XXIX. 274. 1906).

Maures. — *Var*. M. Pisani a signalé (*C. R.* LXXXIV. 1512. 1877) la pharmacosidérite dans les fentes des poudingues cuprifères de la mine de la Garonne. J'ai observé de beaux échantillons de ce gisement, constitués par des surfaces de plusieurs centimètres carrés, couvertes de cubes *p*, avec parfois $1/2\ a^1$ (fig. 2), verts ou bruns de ce minéral.

Algérie. — *Alger*. C'est également dans un gisement cuprifère à Mouzaïa, que le même minéral a été trouvé autrefois.

ANGELARDITE

Les phosphates résultant de la transformation de la triphylite et de la triplite des Huréaux en Saint-Sylvestre, de la Vilate, du pont de

Barost et de Compreignac sont souvent accompagnés par une substance cloisonnée, plus rarement compacte ou sphérolitique, botroyde et fibreuse, dont la couleur varie du bleu clair au bleu violacé et au gris. Sa densité, variable suivant son état d'agrégation, est voisine de 2,77, son indice médian se rapproche de 1,70.

Berthier a donné l'analyse *a*) (*A. M.* XII. 303. 1826) d'un échantillon de cette substance, en masses compactes, d'un gris taché de bleu nacré, légèrement translucides, imprégnées de psilomélane : il l'a indiqué comme provenant d'Anglar près Compreignac. Il est vraisemblable que le MnO^2 de cette analyse est dû à ce minéral : c'est ce qu'a pensé von Kobell, qui a désigné ce minéral sous le nom d'*anglarite* (*Charact. der Mineralien.* 1831. 237) et reproduit seulement l'analyse de Berthier *b*), après élimination du manganèse.

	a	*b*
P^2O^5........	24,8	27,3
FeO..........	51,0	56,0
MnO^2.........	9,0	»
H^2O..........	15,0	16,5
	99,8	99,8

Depuis lors, tous les minéralogistes ont considéré ce terme d'anglarite comme synonyme de vivianite, sans prendre garde à la grande différence de composition centésimale des deux substances. Dans leurs travaux sur les minéraux de la Vilate, Des Cloizeaux et Damour, eux aussi, ont désigné ce minéral bleu, uniquement sous le nom de vivianite, sans rappeler celui d'anglarite. Il semble que si l'on doit rapprocher cette substance d'une espèce minérale connue, c'est non pas de la vivianite mais de la *ludlamite*, décrite d'ailleurs beaucoup plus tard, dont la composition théorique est représentée par la formule $2 Fe^3(PO^4)^2. Fe(OH)^2 + 8H^2O$ ou $7 FeO\ P^2O^5 + 9H^2O$ correspond à la composition suivante :

P^2O^5......	29,9
FeO......	53,0
H^2O......	17,1
	100,0

Je n'ai pu déterminer entièrement les propriétés optiques, les fibres étant extrêmement fines et serrées ; elles sont d'allongement positif, très pléochroïques dans les teintes suivantes :

n_g = bleu foncé
n_m = violet clair
n_p = incolore.

La coloration est inégalement répartie ; ces teintes de pléochroïsme rappellent un peu celles de la glaucophane.

Ces propriétés, jointes à la densité et à la réfringence plus forte, à la biréfringence plus faible et enfin à la composition chimique, ne laissent aucun doute sur l'indépendance de ce minéral et de la vivianite.

Je change ce nom d'anglarite, en celui *d'angelardite*, car il n'existe pas dans la commune de Compreignac de lieu-dit portant le nom d'Anglar, mais un Angelard où, d'après les renseignements que je dois à M. Didier, se trouvent des pegmatites, qui ont pu fournir le minéral analysé. A l'époque où écrivait Berthier[1], on se souciait peu des questions de gisement et pareille incertitude géographique se rencontre dans l'histoire de beaucoup des minéraux qu'il a analysés. C'est ainsi que reste vague la position exacte du gisement portant le même nom d'Anglar, d'où provient la variété de berthiérite à laquelle Nordenskiöld a donné le nom d'anglarite (voir tome II, p. 693), longtemps (1848) après la publication du livre de Kobell, auquel il est fait allusion plus haut. Ce changement de nom évitera ainsi une confusion.

WAVELLITE

$$[\mathbf{Al(OH.F)^3}](\mathbf{PO^4})^2 + \mathbf{5H^2O}$$

Orthorhombique : $mm = 121°44'$

$b : h = 1000 : 356{,}784$ (Dx) D = 873,527 d = 486,776

[$a : b : c = 0{,}55725 : 1 : 0{,}40844$ (Cesàro)]

Formes observées. m (110), g^1 (010) ; a^1 (101) ; $e_3 = (b^{1/5}\, b^{1/3}\, g^{1/5})$ (121)[2].

1. Il est singulier que Dufrénoy, qui ne cite pas le nom d'anglarite dans sa *Minéralogie*, ait donné (II. 537. 1845) l'analyse brute de Berthier comme représentant la composition de la dufrénite et que, par contre, il n'ait pas cité l'analyse de ce minéral faite par Vauquelin. Il a donc confondu ces deux minéraux.

2. J'adopte les paramètres de M. Cesàro plutôt que ceux de Senff ($a : b : c =$ 0,50495 : 1 : 0,97523. $mm = 126°\ 25'$) acceptés par Des Cloizeaux, car ils ont été calculés sans faire intervenir de mesures de la zone verticale, qui sont toujours détestables. Avec ces nouveaux paramètres, la face dominante des cristaux de Montebras prend le symbole simple e_3 (121) au lieu de $e_{3/8}$ (5. 11. 3) donné par Des Cloizeaux.

Les angles suivants ont été mesurés par Des Cloizeaux sur des cristaux de Montebras.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
[mm	121°45′	
[mg^1	119° 3′	
$a^1 a^1$ s. p	106°46′	
[* $a^1 b^{1/2}$	161°46′	161°46′
$g^1 e_3$	123°23′	123° 0′ à 25′
$g^1 e_3$ s. a^1	56°37′	56°20′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
[$e_3 e_3$ s. a^1	113°14′	112°50′ à 113°25′
[$e_3 a^1$	146°37′	147°
* $b^{1/2} b^{1/2}$ s. e^1	111°41′	
$e_3 e_3$ côté	120°50′	120°55′ à 121°30′

Facies. Les cristaux distincts de wavellite sont rares. Ce minéral se présente d'ordinaire sous forme de mamelons à structure fibreuse, rayonnée : ils sont parfois hérissés de pointements cristallins. Les faces de la zone prismatique sont toujours très cannelées verticalement.

Clivages. Clivages assez nets suivant m (110) et g^1 (010). Cassure imparfaitement conchoïdale.

Dureté. 3, 5 à 4. Fragile.

Densité. 2,32 à 2,34. 2, 33 (Montebras).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, grise jaune, verte ou brune, bleuâtre. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux très vif, nacré sur les lames de clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), parallèle à l'axe vertical. Faible dispersion, avec $\rho > v$.

$$\mathbf{n}_m = 1{,}526. \quad 2V = 71°48' \text{ (Na)}$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}025$$

Fig. 1. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100).

Composition chimique. La formule $Al(OH)^3 (PO^4)^2 + 5 H^2O$ ou $3 Al^2O^3 P^2O^5 + 13 H^2O$ correspond à la composition a), dans laquelle une partie de l'hydroxyle peut être remplacée par du fluor.

b) analyse de la wavellite de Montebras par M. Pisani (*C. R.* LXXV. 79. 1872).

	a	b
P^2O^5	35,2	34,30
Al^2O^3	38,0	38,25
F	»	2,27
H^2O	26,8	26,60
	100,0	101,42

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau, qui corrode le verre. Au chalumeau, reste infusible, mais tombe en pièces ; colore la flamme en verdâtre, se colore en bleu avec l'azotate de cobalt. Attaquée par l'acide sulfurique avec dégagement d'acide fluorhydrique. Soluble dans l'acide chlorhydrique et dans la potasse caustique.

Diagnostic. Parmi les phosphates fibreux, la wavellite peut être facilement reconnue par sa grande cristallinité et par ses propriétés optiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La wavellite se rencontre dans les fentes des roches sédimentaires, dans des minerais de fer ou de manganèse, plus rarement dans les filons stannifères.

1° *Dans les filons stannifères.*

Plateau Central. — *Creuse.* Le gisement stannifère de Montebras

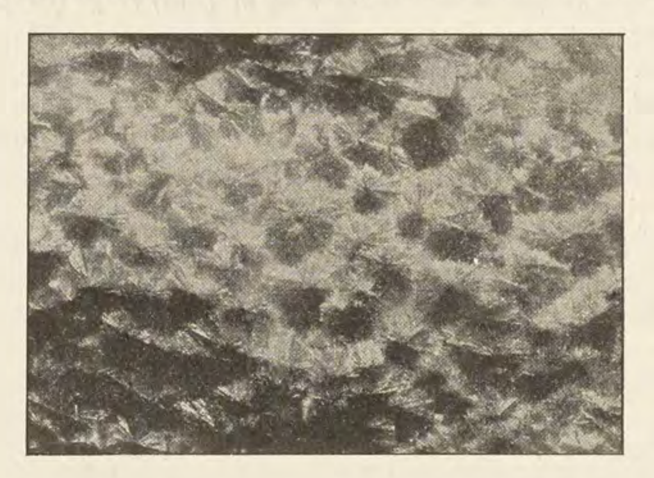


Fig. 2.
Rosettes de wavellite sur amblygonite de Montebras.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

en Soumans a fourni en grande quantité de magnifiques échantillons de wavellite. Ce minéral y résulte d'une façon constante de la décomposition de l'amblygonite. On trouve cette dernière substance se transformant en turquoise, traversée par des veinules de wavellite, qui cristallise, sur les deux parois des fissures, en croûtes fibreuses ; celles-ci tantôt se rejoignent pour combler entièrement la cavité, mais se décollent facilement suivant le plan de celles-ci, en montrant leur structure rayonnée (fig. 2), et tantôt au contraire, laissent une

géode libre. Les concrétions fibreuses de wavellite se terminent alors par des mamelons hérissés de pointes cristallines dans lesquelles Des Cloizeaux a observé (*A. C. P.* XXVII. 405. 1872), $x = e_3$ (121) et a^1 (101) distinctes, alors que les faces *m* (110) sont très cannelées et souvent non mesurables, g^1 est plus net (fig. 3). La wavellite de Montebras est blanche, et possède un éclat nacré très vif.

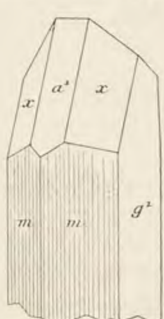


Fig 3.
Wavellite
de Montebras.

2° *Dans les fentes de roches sédimentaires.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. M. Ch. Frossard a cité sans description (*B. S. M.* XXI. 87. 1898) la wavellite d'un vert foncé sur le quartz, au voisinage d'un pointement ophitique, sur la rive gauche du ruisseau d'Oubac, entre une carrière et le col de Couret de la Lit (flanc méridional de la vallée de Suponne, près Bagnères-de-Bigorre). Je n'ai pu retrouver cet échantillon dans la collection de M. Frossard et je donne cette indication sous réserve.

Ariège. La wavellite forme de petits sphérolites radiés d'environ 1 mm. de diamètre, dans les fentes d'un schiste argileux du château d'Encourtiech, à 5 km. de Saint-Girons. Le minéral est d'un jaune brunâtre (collection du Muséum).

J'ai vainement cherché la wavellite au Pont de la Taule (au sud de Seix), où Coquand a indiqué son existence (*B. S. G.* IX. 226. 1838), sous forme de globules radiés de près de cinq centimètres dans les fentes d'un calcaire qu'il attribue au secondaire. Au Pont de la Taule, affleurent des calcaires et des schistes dévoniens, et il me paraît fort vraisemblable que le minéral désigné sous le nom de wavellite, n'était autre que la stilbite, si fréquente sous cette forme dans les fentes des roches les plus variées de cette région.

Gisements inexactement cités.

Guyane. — M. Jannettaz a déduit d'analyses de roches de la Guyane (*B. S. M.* VI. 34. 1883) l'existence de la wavellite. Les échantillons examinés et que j'ai trouvés sous ce nom dans la collection du Muséum, sont constitués par la variscite de l'îlot du Connétable, décrite page 483.

Plateau Central. — *Rhône*. Le minéral bleu sphérolitique, indiqué

comme wavellite par M. Gonnard à Montchonay (*Min. Rhône et Loire*. 93. 1906) est la variété de plumbogummite, décrite page 591.

CACOXÉNITE

$Fe^2(OH)^3PO^4 + 4,5H^2O$

Orthorhombique.

Facies. La cacoxénite se présente sous forme de petites aiguilles, groupées en houppes et plus rarement sous celle de sphérolites à fibres très serrées.

Dureté. 3 à 4.

Densité. 2.3 à 2.4.

Coloration et éclat. Jaune paille à jaune brunâtre ; la couleur fonce par exposition à l'air. Transparente en lames minces.

Éclat soyeux.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques et bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) parallèles à l'allongement des fibres. N est voisin de 1,61.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes jaunes, avec maximum suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. Peut-être la cacoxénite doit-elle être considérée comme un hydrate à 4, 5 molécules d'eau de la dufrénite ; la composition correspondant à cette formule $Fe^2(OH)^3PO^4 + 4,5H^2O$ ou $2Fe^2O^3$ $P^2O^5 + 12H^2O$ est la suivante :

P^2O^5	20,9
Fe^2O^3	47,2
H^2O	31,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme la vivianite.

Diagnostic. La cacoxénite se distingue facilement, grâce aux réactions associées de l'anhydride phosphorique et du fer, des minéraux jaunes fibreux (prixite, carpholite, uranotile, etc.) avec lesquels on pourrait la confondre au premier abord.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Morbihan.* La cacoxénite accompagne la dufrénite de Pluherlin en Rochefort-en-Terre et provient probablement de son

altération ; elle ne s'y est trouvée du reste qu'en petite quantité ; elle y forme des sphérolites à fibres serrées, comme ceux de la dufrénite.

J'ai observé de petits enduits fibreux, d'un jaune-paille, à la surface de cristaux d'apatite et de cassitérite de la Villeder ; examinés au microscope, ils se montrent constitués par des houppes d'aiguilles jaunes pléochroïques.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Je rapporte à la cacoxénite des houppes d'un jaune-paille clair, qui recouvrent parfois les cristaux d'huréaulite de la Vilate, près Chanteloube. J'ai pu en isoler quelques aiguilles et constater qu'elles sont formées par un phosphate hydraté de fer, sans manganèse ; leurs propriétés optiques sont semblables à celles du minéral du gisement précédent. Cette substance constitue à la Vilate une extrême rareté.

TURQUOISE

$Al^2(OH)^3PO^4+H^2O$

Cryptocristalline.

Facies. La turquoise forme des masses compactes, concrétionnées, à cassure conchoïdale.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 2,7 à 2,83.

Coloration et éclat. Bleu de ciel, bleu verdâtre à vert-pomme. Poussière blanche ou verdâtre. Transparente, seulement en lames minces. Éclat un peu cireux.

Propriétés optiques. En lumière polarisée parallèle, on constate des particules peu biréfringentes, trop petites et trop enchevêtrées pour que leurs propriétés puissent être définies.

$$N = 1,63$$

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $Al^2(OH)^3PO^4+H^2O$ ou $2Al^2O^3P^2O^5+5H^2O$ est donnée plus loin.

La coloration est due à du cuivre (2 à 7 °/₀ CuO). M. Clarke admet que cet oxyde existe sous la forme $2CuO\,P^2O^5+4H^2O$; M. Penfield (*Am. J. of. Sc.* X. 346. 1900) a fait remarquer que l'isomorphisme de ce sel

de cuivre avec le phosphate d'aluminium est peu vraisemblable et qu'on ne peut admettre un mélange purement mécanique des deux corps, les acides attaquant intégralement le minéral; il a proposé la formule $[(Al,Fe)(OH)^2,Cu(OH),H]^3PO^4$, qui placerait ce minéral à la suite de la klaprothite.

P^2O^5	32,6
Al^2O^3	46,8
H^2O	20,6
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite et donne de l'eau (à haute température), puis devient brune ou noire. Au chalumeau, devient vitreuse sans fondre. Colore la flamme en vert ou en bleu si le minéral a été humecté d'acide chlorhydrique. Donne la réaction de l'anhydride phosphorique, du cuivre et de l'aluminium. Soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. La couleur est caractéristique de ce minéral. Voir page 481 et plus loin pour la distinction avec la callaïs (variscite) et avec l'odontolite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La turquoise se trouve en veinules dans diverses roches soit éruptives, soit sédimentaires. Le gisement français suivant est de nature différente.

Dans un filon stannifère.

Plateau Central. — *Creuse.* Le filon stannifère de Montebras en Soumans a fourni en abondance la turquoise, qui y constitue des épigénies de l'amblygonite. Celle-ci devient terne, poreuse, en perdant ses alcalis et son fluor; elle prend une belle coloration bleu de ciel; en même temps, sa structure cristalline disparaît et elle se transforme progressivement en une masse cryptocristalline, souvent mélangée de wavellite; quand l'altération est plus avancée, l'amblygonite est remplacée par une matière caverneuse fragile. L'étude chimique de cette turquoise est à entreprendre. Le cuivre est fourni par l'oxydation d'un sulfure englobé en petite quantité dans la cassitérite.

La turquoise de Montebras pourrait faire une jolie pierre précieuse si elle n'était aussi poreuse; pendant le polissage, l'émeri remplit ses cavités et une fois taillée, la pierre est tachetée de noir.

ÉVANSITE

$Al^3(OH)^6PO^4+6H^2O$

Amorphe.

Facies. L'évansite forme des concrétions à surface botroyde ou mamelonnée, des enduits et des masses compactes. Les concrétions sont souvent constituées par des écailles concentriques, imparfaitement appliquées les unes contre les autres.

Dureté. 3,5 à 4.

Densité. 1,939.

Coloration et éclat. Incolore, blanc de lait, jaune, quelquefois blanche. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat vitreux ou résineux ; certains échantillons ont l'aspect de la gomme arabique (environs d'Alais).

Propriétés optiques. Au microscope, l'évansite se montre transparente et dépourvue d'action sur la lumière polarisée.

$$n = 1,485.$$

Composition chimique. La formule $Al^3(OH)^6PO^4+6H^2O$ ou $3Al^2O^3$ $P^2O^5+18H^2O$ correspond à la composition théorique suivante :

P^2O^5	18,4
Al^2O^3	39,6
H^2O	42,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite et devient d'un blanc opaque, en donnant de l'eau. Infusible au chalumeau. Donne les réactions de l'alumine avec la solution de cobalt.

Facilement soluble dans les acides ; difficilement attaquable par eux après calcination.

Diagnostic. La nature amorphe et l'aspect gommeux si fréquent font aisément distinguer l'évansite des autres phosphates d'aluminium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'évansite est un produit d'altération de formation récente se produisant avec des minéraux ferrugineux dans des galeries de mines et dans des couches sédimentaires.

1° *Dans les formations sédimentaires.*

Champagne. — *Marne.* Delesse a décrit sous le nom de *phosphate d'alumine de Bernon*, près Épernay, un minéral, qui me paraît identique à l'évansite, bien que l'analyse de Delesse (*A.M.* VI. 480. 1844) donne une quantité d'eau supérieure à celle exigée par la formule indiquée plus haut (phosphate d'aluminium 46 ; eau 49 ; calcaire 5 %) ; il est probable que la matière analysée n'avait pas été suffisamment desséchée.

Les échantillons de ce gisement, que j'ai examinés, consistent en enduits blancs concrétionnés isotropes, recouvrant une gangue calcaire et ferrugineuse, qui provient de l'argile plastique sparnacienne. Je n'ai pu isoler une quantité de substance suffisante pour en faire une analyse complète. C'est ce minéral que, sur la foi d'une analyse inexacte de Lassaigne, Adam a proposé d'appeler *bernonite* (voir tome III, p. 803).

2° *Dans les galeries de mines.*

Cévennes. — *Gard.* Une petite quantité d'évansite a été rencontrée dans une galerie de mine de Fontanès près Alais. Ce minéral y formait des masses concrétionnées, d'un jaune parfois assez foncé, dont la cassure et l'aspect rappellent la gomme arabique.

Corbières. — *Hérault.* J'ai rencontré à la surface de mamelons de limonite de Vieussan des enduits blancs, jaunes ou bleuâtres d'un phosphate d'alumine hydraté colloïde à rapporter à l'évansite.

ROSIÉRÉSITE

Berthier a publié l'analyse suivante (*A. M.* XIX. 669. 1841) d'un curieux minéral, trouvé dans une ancienne galerie de la mine de Rosières, à 1 km. Est de Carmaux.

Les filons de Rosières, depuis longtemps abandonnés, se trouvent dans les schistes cristallins ; leur gangue est quartzeuse ; ils renferment de la panabase, de la cuprite, du chrysocole, de la malachite, de la chessylite et enfin de la molybdénite.

P^2O^5	25,5
As^2O^5........	tr.
Al^2O^3...	23,0
PbO..........	10,0
CuO..........	3,0
H^2O..........	38,0
	99,5

Ce minéral a été rencontré sous forme de stalactites longues de plusieurs décimètres et atteignant 4 centimètres de diamètre.

Leur centre est poreux, d'un jaune pâle, à cassure mate et grenue (1 à 2 centimètres) ; à l'extérieur se trouve une couche de 5 millimètres, compacte, à cassure inégale et luisante, d'un brun de résine pâle. La plus grande partie de la stalactite est constituée par des zones concentriques d'un jaune verdâtre, à aspect grenu et terreux. Tout à fait à la périphérie, il existe parfois des zones vertes, riches en arséniate de cuivre.

La substance donne de l'eau dans le tube, durcit sans fondre, puis noircit ; par calcination, elle devient incolore. Elle est très facilement soluble dans l'acide azotique ; dans l'acide chlorhydrique, elle se dissout en laissant un résidu de chlorure de plomb.

La densité d'un échantillon, que j'ai étudié, est de 2,2, son indice de réfraction, d'environ 1,50. Ce minéral est sans action sur la lumière polarisée ; il est transparent en lames minces et d'apparence homogène. Je propose de le désigner sous le nom de *rosiérésite*, car il n'est pas possible de le considérer comme une variété de plumbogummite. Peut-être est-ce là une évansite plombifère et cuprifère.

Je rattache à la même substance un phosphate hydraté d'aluminium plus ou moins plombifère et ferrifère formant des pellicules nacrées et irisées d'un jaune-paille, dans les cavités d'agrégats coralloïdes de pyromorphite de Huelgoat (*Finistère*). Elles se montrent transparentes au microscope.

PRIXITE

4,5 $\mathbf{(Pb,Ca)^3[AsO^4]^2.(AlPO^4)^2.10Pb(Cl,OH)^2+2H^2O}$

Hexagonale ?

Facies. La prixite se présente uniquement sous la forme d'aiguilles flexibles, lâchement accolées et rappelant l'asbeste.

Coloration et éclat. Jaune paille, éclat soyeux quand le minéral est frais.

Propriétés optiques. Les cristaux extrêmement fins sont très peu biréfringents; ils s'éteignent suivant leur allongement, qui est de signe *négatif*.

Pléochroïsme. Pléochroïsme extrêmement faible, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La formule $4{,}5Pb^3[AsO^4]^2.(AlPO^4)^2.10Pb(Cl,OH)^2+2H^2O$ ou $4{,}5(3PbOAs^2O^5).Al^2O^3P^2O^5.1{,}5PbCl^2.8{,}5PbOH^2O+2H^2O$. correspondant à la composition *a*, dans le cas où le rapport PbO : CaO = 8 : 1, a été déduite de l'analyse *b*, faite par M. Pisani sur une petite quantité de matière, dont j'ai vérifié la pureté.

	a	*b*
As^2O^5	17,2	16,00
P^2O^5	1,7	2,06
PbO	66,9	73,50
Pb	4,9	»
CaO.......	3,1	2,25
Al^2O^3.....	1,6	1,49
Cl	1,6	1,43
H^2O.......	3,0	2,78
	100,0	99,51

Essais pyrognostiques. Comme la mimétite, mais donne de l'eau dans le tube et fournit les réactions microchimiques du calcium et de l'aluminium.

Diagnostic. Les caractères extérieurs font ressembler la prixite à certaines variétés de carpholite, de cacoxénite; elle s'en distingue aisément par les essais pyrognostiques. La structure, la teneur élevée en eau et faible en chlore ne permettent pas de la confondre avec la mimétite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Morvan. — *Nièvre et Saône-et-Loire.* Le filon de galène des Moléras, traversant les communes de Saint-Prix-sous-Beuvray (*Saône-et-Loire*) et de Glux (*Nièvre*), a fourni un curieux arséniate de plomb, signalé dès la fin du XVIIIe siècle, par Guyton de Morveau (*Mém. Ac. Dijon*, 1783. 41), puis par de Champeaux (*J. M.* X. 543. 1800). Il a été regardé comme une variété fibreuse de mimétite. Leymerie lui a donné le nom de *prixite* (*Minér.* II. 302. 1867) en le considérant, inexactement d'ailleurs, comme renfermant 10 °/₀ d'eau. L'analyse donnée plus haut permet de montrer qu'il constitue une espèce dis-

tincte de la mimétite, contenant à la fois un peu de phosphate d'aluminium et une importante proportion d'hydrate de plomb, avec sans doute une molécule d'eau.

La prixite forme des fibres d'un jaune paille, quelquefois réunies à axes parallèles en groupements divergents, mais parfois aussi s'enchevêtrant en masses cotonneuses si ténues, qu'elles se soulèvent au moindre souffle, lorsqu'on brise les échantillons dans lesquels elles se trouvent. Elle constitue le minéral le plus récent de géodes tapissées de cristaux de quartz et de fluorine ou dans des cavités cubiques, laissées vides par la disparition de cristaux de galène.

Ce minéral ne se rencontre plus que dans les vieilles collections. Une tentative infructueuse de reprise de la mine de Saint-Prix, faite en 1909 par M. Marlot, n'a fourni que quelques échantillons, dont j'ai pu à grand peine isoler une petite quantité de matière qui, jointe à celle que j'ai extraite d'échantillons dus à M. Berthier, a servi à l'analyse donnée plus haut.

FOUCHÉRITE

$$Ca^3(Fe,Al)^4(PO^4)^6.8(Fe,Al)(OH)^3 + 22H^2O$$

Amorphe.

Facies. La fouchérite forme des masses compactes, sans apparence de cristallinité.

Dureté. 3, 5.

Densité. 2, 7.

Coloration et éclat. Brun rouge. Aspect terne dans la cassure, qui se polit par le frottement de l'ongle.

Composition chimique. La formule donnée plus haut correspond à la composition *a*, quand le rapport $Fe^2O^3 : Al^2O^3 = 6 : 1$; elle a été déduite de l'analyse *b*, faite par M. Pisani sur l'échantillon de fouchérite de Fouchères, que j'ai étudié.

	a	*b*
P^2O^5.....	20,08	19,50
Fe^2O^3....	38,04	38,50
Al^2O^3....	4,84	4,50
CaO	7,98	7,71
H^2O.....	29,06	28,50
	100,00	98,71

J'ai fait faire cette nouvelle analyse, afin de vérifier celle donnée jadis par Berthier (*A. M.* IX. 519. 1836) : P^2O^5 16,0 ; Fe^2O^3 46,5 ; H^2O (à 100°) 9,0, (au rouge) 17,0, $CaCO^3$ 9,0 ; SiO^2 et sable 1,5 = 99,0. Berthier ne donnant aucun détail sur sa méthode analytique et, d'autre part, le minéral que j'ai examiné ne faisant pas effervescence avec les acides, il m'a paru vraisemblable que l'anhydride carbonique avait dû être estimé par différence, le minéral étant considéré par Berthier comme ne pouvant être constitué que par du phosphate ferrique. On voit que l'analyse récente confirme cette hypothèse.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube ; fond en une masse noire, magnétique. Facilement soluble dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Ce minéral se distingue de la delvauxite par sa moindre teneur en eau et par l'existence du calcium.

Il ressemble beaucoup à la *borickite* et il n'est pas certain que les deux minéraux soient distincts, mais dans tous les cas, le nom de *fouchérite* doit avoir la priorité, puisqu'il a été proposé un an avant le précédent, créé par Dana en 1868.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Champagne. — *Aube.* La fouchérite forme des rognons dans les sables ligniteux inférieurs au calcaire à spatangues néocomien de Fouchères ; Berthier en a fait, en 1836, l'analyse citée plus haut, sans lui donner de nom spécial.

Dans la première édition de sa Minéralogie (II. 318. 1859), Leymerie le range à la suite de la delvauxite, puis dans la seconde édition (II. 340. 1867), il en fait une espèce distincte, qu'il appelle la *fuchérite*, par suite d'une faute d'impression, le nom correct devant évidemment être *fouchérite*.

Les recherches que j'ai fait faire dans ce gisement n'ont pas permis de retrouver ce minéral, dont il existe des fragments dans quelques vieilles collections ; c'est un de ceux-là que j'ai examiné.

EGUÉÏITE

$$5\,(FePO^4)^2.\ {}^1/_3\,Ca^3(PO^4)^2.2Fe(OH)^3 + 20H^2O$$

Amorphe.

Facies. Ce minéral forme de petits nodules de la grosseur d'une

noisette, à structure fibrolamellaire, allant du centre à la périphérie.

Dureté. Très fragile.

Densité. 2,60.

Coloration et éclat. Jaune brunâtre. Poussière jaune.

Éclat vitreux un peu gras.

Propriétés optiques. Monoréfringente, avec çà et là quelques plages biréfringentes.

$$n = 1,65$$

Composition chimique. La formule 5 $(FePO^4)^2 . {}^1/_3 Ca^3(PO^4)^2 . 2Fe(OH)^3 + 20 H^2O$ correspond à la composition *a* ; elle a été déduite de l'analyse *b* du minéral de l'Éguéï faite par M. Pisani (*in* Garde. *op. cit*).

	a	*b*
P^2O^5	31,5	30,30
Fe^2O^3	46,7	44,20
Al^2O^3	»	1,50
CaO	2,3	2,28
H^2O	19,5	20,47
insol	»	0,75
	100,0	99,50

Essais pyrognostiques. Dans le tube, noircit et donne beaucoup d'eau. Fond sur les bords à la flamme d'une bougie ; au chalumeau fond en bouillonnant et donne un globule noir brillant.

Soluble à froid dans l'acide chlorhydrique.

Diagnostic. Se distingue de la fouchérite par son éclat vitreux.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Soudan. — *Eguéï.* Ce minéral a été décrit (*C. R.* CXLVIII. 1616. 1909) par M. G. Garde, qui l'a trouvé dans les argiles à faune récente de Koukourdei (Bir Salado), à environ 15 km. au Sud de Hangara dans l'Eguéï, région située à 300 km. au Nord-Est du Tchad. Ces argiles sont imprégnées de trona et de thénardite.

Ce minéral forme des nodules sphériques, atteignant 1 cm. de diamètre ; ils sont quelquefois homogènes et se délitent sous la pression du doigt en petites pyramides, ayant leur sommet au centre, mais parfois celui-ci est noir, comme scoriacé et présente des cavités que tapissent de petits cristaux incolores d'un phosphate de fer monoclinique, dont la détermination n'a pu être précisée, faute d'une quantité suffisante de matière.

Si dans l'analyse donnée plus haut, on calcule le fer sous forme de protoxyde, et qu'on l'ajoute à la chaux, le rapport des oxydes à l'anhydride phosphorique se rapproche de celui d'un phosphate tribasique. Il est donc très vraisemblable que ce minéral n'est autre chose que le résultat de l'oxydation totale du fer d'une vivianite, oxydation accompagnée d'une perte d'eau. La structure fibrolamellaire est d'ailleurs celle que possède la vivianite sédimentaire. Si l'on tient compte de ce fait que M. Garde a recueilli ces échantillons à la surface du sol, où ils étaient soumis à l'action brûlante du soleil tropical, on jugera cette hypothèse vraisemblable.

Il me paraît commode d'employer un nom univoque pour désigner le résultat ultime de l'oxydation de la vivianite, dont les stades peu accentués se rencontrent si fréquemment ; je propose celui d'*égueïite*.

Le phosphate ferrique et calcique, qui se rapproche le plus de ce minéral, est la *fouchérite* : les différences de composition chimique sont trop grandes entre ces deux espèces pour qu'il soit possible de les réunir.

DELVAUXITE

$Fe^4(OH)^6(PO^4)^2+17H^2O$

Amorphe.

Facies. La delvauxite constitue des masses concrétionnées ou compactes.

Dureté. Se raye à l'ongle.

Densité. 1,85.

Coloration et éclat. Brun jaune à brun rouge presque noir. Opaque. La cassure est mate, mais devient brillante par frottement.

Composition chimique. La formule $Fe^4(OH)^6(PO^4)^2+17H^2O$ ou $2Fe^2O^3 P^2O^5+20H^2O$ correspond à la composition centésimale suivante *a*).

Analyses de la delvauxite de Berneau *b*) par Dumont (*L'Institut*, 1839. 121), *c*) par Delvaux (*Bull. Ac. Sc. Belg.*, 147. 1838.)

	a	*b*	*c*
P^2O^5......	17,3	16,57	18,20
Fe^2O^3.....	38,9	36,62	40,44
H^2O......	43,8	46,81	41,13
	100,0	100,00	99,77

D'après Church (*Chem. News* X. 157. 1864), la delvauxite perdrait 20 °/₀ d'eau sur l'acide sulfurique et 6 °/₀ ensuite à 100° ; la quantité d'eau réellement contenue dans le minéral ne serait alors que de 10 à 11 °/₀.

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme la *fouchérite*, mais avec les réactions du calcium en moins.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Belgique**]. La delvauxite a été trouvée dans la mine de Berneau près Visé, où elle forme des masses compactes et plus rarement des pseudomorphoses de gypse (M. Cesàro).

Bien qu'il n'ait été rencontré dans aucun gisement français, je signale ici ce minéral belge à cause de l'analogie de ses caractères extérieurs avec la fouchérite.

MORINITE

$(Al,Fe)^3 Na^2H (PO^4)^3 . (CaF)^3 PO^4 + 8H^2O$

Monoclinique.

Facies. La morinite forme des masses lamellaires et très rarement de petites aiguilles allongées suivant l'axe vertical, constituées par des faces prismatiques si cannelées qu'elles donnent des réflexions continues ; elles sont terminées par une facette oblique [p (001)].

Clivages. Clivage facile suivant h^1 (100).

Dureté. 4.

Densité. 2,94.

Coloration et éclat. Rose vineux à rose-chair. Poussière blanche. Transparente à translucide.

Éclat nacré sur le clivage, vitreux dans les autres directions.

Propriétés optiques. Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), faisant dans g^1 (010) un angle d'environ 30° avec l'axe vertical dans l'angle obtus de $p\,h^1$.

$$\mathbf{n} = 1,55 \text{ à } 1,56$$
$$2E = 40^\circ \text{ environ}$$

Composition chimique. La formule $(Al,Fe)^3Na^2H\,(PO^4)^3.\,(CaF)^3\,(PO^4) + 8\,H^2O$, correspond à la composition *a*).

b) analyse de la morinite par M. Ad. Carnot (*B. S. M.* XXXI, 150.

1908), déduction faite de 0,20 de H^2O, perdus à 120° C. et de 1,50 de quartz.

	a	*b*
P^2O^5..........	32,06	33,50
Al^2O^3.........	17,27	17,80
Ca.............	13,54	13,80
Na^2O..........	6,99	5,20
Li^2O+MgO....	»	tr.
F...............	12,87	13,20
H^2O...........	17,27	17,90
	100,00	101,40

La formule donnée plus haut comprend deux termes ; le premier correspond à trois molécules d'amblygonite, dont le lithium serait remplacé par du sodium et de l'hydrogène ; le second comprend une molécule d'amblygonite, dans laquelle l'aluminium et le lithium auraient été remplacés par le radical (CaF).

Essais pyrognostiques. Dans le tube, dégage de l'eau très acide, qui corrode le verre. Facilement fusible au chalumeau. Attaquable par les acides.

Diagnostic. Les propriétés physiques, jointes à l'abondant dégagement acide dans le tube, sont caractéristiques de ce minéral.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse*. J'ai décrit sommairement ce minéral (*B. S. M.* XIV. 187. 1891), d'après des échantillons provenant de Montebras en Soumans, que je devais à M. Morineau, auquel je l'ai dédié. Tout récemment, nous avons, M. Ad. Carnot et moi (*B. S. M.* XXXI. 149. 1908) précisé sa composition chimique.

La morinite n'a été rencontrée qu'une seule fois, en 1890, dans le gisement stannifère de Montebras, où elle forme, soit dans le quartz, soit plus souvent dans l'amblygonite, de petites masses de quelques centimètres de diamètre : elles sont lamellaires, d'un rose un peu vineux, translucides, plus rarement opaques, exceptionnellement creusées de géodes. Ce minéral est un produit de la décomposition de l'amblygonite ; il est souvent associé à de la wavellite et à du quartz de genèse contemporaine et exceptionnellement à de la cassitérite et à de la soumansite, qui est de formation plus ancienne.

SOUMANSITE

Quadratique.

$b : h = 1000 : 542,49 \qquad D = 707,107.$

$[a : c = 1 : 0,7672 \text{ (Lx)}].$

Formes observées. h^1 (100) ; $b^{1/2}$ (111).

$^*b^{1/2}$ s. p	85°20′
$b^{1/2}\ h^1$	121°20′

Facies. Je n'ai observé ce minéral que sous forme de cristaux à facies octaédrique (fig. 2). Les faces $b^{1/2}$ sont striées horizontalement.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,87.

Coloration et éclat. Incolore. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Une section parallèle à la base montre des plages uniaxes et *positives* ($\mathbf{n}_g$), mais il en existe aussi d'autres s'éteignant suivant les diagonales de la face ; elles présentent des axes écartés, mais d'angle variable suivant les points considérés (2E atteint 70°). La figure 1 permet de comprendre comment l'uniaxie est produite par l'entrecroisement de ces plaques biaxes, dont les contours sont toujours vagues.

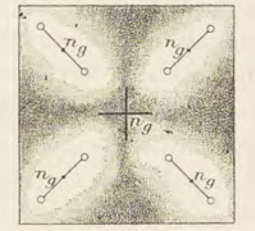


Fig. 1.
Section parallèle à p (001) de la soumansite.

Les indices de réfraction sont intermédiaires entre 1,55 et 1,56.

Composition chimique. Je n'ai pu, faute d'une quantité suffisante de matière, étudier ce minéral d'une façon complète. Il a été possible seulement de constater, par des essais qualitatifs, qu'il constitue un fluophosphate d'aluminium et de sodium avec de l'eau ou de l'hydroxyle. Un dosage sommaire a été fait par M. Pisani sur 40 milligrammes de substance : P^2O^5 31,5 ; Al^2O^3 36,5 ; et par suite, par différence, Na^2O (avec un peu de K^2O) + F + H^2O 32 °/₀.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau et les réactions du fluor. Au chalumeau, fond en chou-fleur et colore la flamme en jaune intense.

Plus difficilement attaquable par les acides que la morinite.

Diagnostic. La forme distingue aisément ce minéral de la morinite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Creuse.* Je donne le nom de *soumansite* à ce minéral, dont j'ai trouvé un seul échantillon, dans la mine d'étain de Montebras en Soumans. Il tapisse les cavités de corrosion d'une masse laminaire d'amblygonite. Les cristaux, représentés par la figure 2, sont implantés d'une façon irrégulière sur la paroi ; leurs faces sont ternes ; celles de la pyramide semblent constituées par l'empilement de lames parallèles à la base régulièrement croissantes à partir du sommet : il en résulte, sur ces faces, des stries parallèles aux arêtes $p\,b^{1/2}$: aussi ai-je dû, pour effectuer leur mesure, coller de petites lamelles de verre à leur surface.

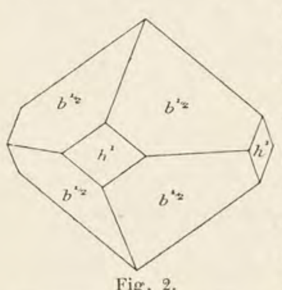


Fig. 2.
Soumansite de Montebras.

Ces cristaux sont associés à de gros prismes de quartz un peu enfumé, à faces ternes, et on peut constater que la géode a été, à un moment donné, plus ou moins complètement remplie par de la morinite, actuellement altérée et tombant en poussière.

J'ai dû sacrifier une partie de cet échantillon pour déterminer les propriétés données ci-contre ; elles rectifient les quelques lignes que j'ai publiées autrefois sur ce minéral, dans la description préliminaire de la morinite (*B. S. M.* XIV. 189. 1901).

Je place provisoirement la soumansite à la suite de la morinite, mais sa position dans la systématique est peut-être tout autre.

GROUPE DE L'AUTUNITE

Ce groupe est constitué par deux familles de minéraux possédant un clivage micacé suivant la base ; l'une est quadratique et l'autre orthorhombique, mais avec forme limite quasi-quadratique.

Famille orthorhombique.

Autunite	$(UO^2)^2Ca(PO^4)^2 + 8H^2O$
**Uranocircite*.........	$(UO^2)^2Ba(PO^4)^2 + 8H^2O$
**Uranospinite*	$(UO^2)^2Ca(AsO^4)^2 + 8H^2O$

Famille quadratique.

Chalcolite............ $(UO^2)^2Cu(PO^4)^2+8H^2O$

Zeunérite............ $(UO^2)^2Cu(AsO^4)^2+8H^2O$

AUTUNITE

$(UO^2)^2Ca(PO^4)^2+8H^2O$

Orthorhombique : $mm = 90°43'$ (Dx.)

$b : h = 1000 : 1014,561 \quad D = 711,539 \quad d = 702,646$

$[a : b : c = 0,9875 : 1 : 1,4259]$

Formes observées. p (001) ; m (110).

Macles. Macles fréquentes suivant m (110) de deux individus (fig. 1), s'interpénétrant souvent.

Facies. L'autunite se présente rarement en cristaux mesurables. Le plus souvent, elle forme des lames (fig. 2), des masses écailleuses, micacées, parfois groupées en éventail (fig. 2).

Clivages. Clivage micacé suivant p (001) ; traces suivant h^1 (100), g^1 (010), m (110). Ces derniers clivages sont très distincts au microscope.

Dureté. 2, à 2,5. Fragile.

Densité. 3,05 à 3,9.

Fig. 1.
Macle suivant m (110) de l'autunite. Section basique.

Coloration et éclat. Jaune citron à jaune de soufre, avec souvent, par places, une teinte verdâtre ou vert vif un peu fluorescente. Poussière jaune. Transparente en lames minces.

Éclat nacré très vif sur le clivage p(001), presque adamantin sur les autres faces. Les cristaux deviennent ternes par longue exposition à l'air.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) normale à p (001). L'écartement des axes varie avec la provenance et avec la température. Forte dispersion $\rho > v$. Les indices suivants ont été mesurés (Na) sur un cristal de Saint-Symphorien-de-Marmagne.

$\mathbf{n}_g = 1,577$ (ML. et Lx.)

$\mathbf{n}_m = 1,575$

$\mathbf{n}_p = 1,553$

$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,024$, d'où $2V = 33°10'$

$2E$ (obs.) $= 59°46'$ à $60°54'$ à 20 C. (rouge)

$50°12'$ à $54°10'$ à 91° C. (Dx.).

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net.

$n_g = n_m$ = jaune d'or
n_p = incolore.

Composition chimique. La formule $(UO^2)^2Ca(PO^4)^2 + 8H^2O = CaO$ $2UO^3$ $P^2O^5 + 8$ H^2O correspond à la composition *a*).

Analyses de l'autunite : *b*) de Saint-Symphorien-de-Marmagne par Berzélius (*P. A.* I. 379. 1844).

c) par Werther (*J. f. prakt. Chem.* XLIII. 332. 1848).

d) par Laugier (*A. C. P.* XXIV. 239. 1823).

e) par M. Pisani (*C. R.* LII. 818. 1861).

f) et *g*) par Church (*J. Chem. Soc.* XXVIII. 109. 1875).

h) de Madagascar par M. Jannettaz (*B. S. M.* X. 47. 1887).

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
P^2O^5	15,5	14,63	14,00	14,5	14,0	14,32	13,40	14,93
UO^3	62,7	59,37	63,28	55,0	59,0	61,34	60,84	55,08
CaO	6,1	5,66	5,86	4,6	5,8	5,24	5,31	6,51
BaO	»	1,51	1,03	»	»	»	»	»
Fe^2O^3	»	»	»	3,0	»	»	»	1,36
H^2O	15,7	14,90	14,30	21,0	21,2	19,66	20,33	22,08
gangue	»	2,85	»	»	»	»	»	»
	100,0	98,92	98,47	98,1	100,0	100,56	99,88	99,96

Les dernières analyses indiquent un excès d'eau sur la formule. Church a montré que le minéral chauffé à 100° perd 14 % (8 à 9 % sur l'acide sulfurique et 5 % dans le vide), le reste de l'eau part au rouge.

Radioactivité. Mademoiselle Gleditsch a bien voulu me communiquer le résultat de ses plus récentes recherches, faites dans le laboratoire de Madame Curie, modifiant légèrement les nombres qu'elle a publiés antérieurement (*Le Radium*, 1909. 165) ; un échantillon d'autunite de l'Autunois (Les Riaux), renfermant 47, 2 % d'uranium, contient 0 gr., 000012 % de radium. L'autunite du Tonkin en renferme à peu près la même proportion (0,0000122 de radium pour 47,10 d'uranium).

M. Szilard a constaté (*Le Radium*, 1909.80) l'existence de l'actinium et de l'ionium dans l'autunite de l'Autunois ; Mademoiselle Gleditsch, en me signalant qu'elle a observé le polonium dans celle du Tonkin, m'a fait remarquer que ces trois corps doivent exister en minimes proportions dans le minéral de ces deux régions.

Phosphorescence. D'après M. Szilard, l'autunite du Tonkin devient très phosphorescente sous l'influence du rayonnement du radium, propriété que ne possède pas celle de l'Autunois.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau [1]. Fusible au chalumeau en un globule noir. Avec le sel de phosphore, donne une perle jaune à chaud, verte à froid (feu réducteur).

Soluble dans l'acide azotique et dans le carbonate d'ammoniaque.

Diagnostic. La couleur, les propriétés optiques des lames de clivage, jointes aux réactions de l'uranium, sont caractéristiques. Les variétés vertes se distinguent de la chalcolite par leur biaxie, les réactions du calcium, et l'absence de celles du cuivre.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'autunite est un minéral secondaire des pegmatites, des aplites ; elle se trouve généralement sous forme de paillettes disséminées dans la roche, tapissant ses fentes ou celles des roches voisines. Elle est en général de formation récente, produite par la décomposition de minéraux uranifères primordiaux, dont les traces ne se voient généralement pas aux affleurements.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De jolies paillettes (p m h^1) d'autunite ont été trouvées par M. Baret dans les pegmatites à béryl et tourmaline d'Orvault (*op. cit.*, 189. 1899).

Pyrénées. — *Haute-Garonne.* Petites lamelles jaunes dans les pegmatites à béryl et andalousite du Val de Burbe près Luchon.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsandaux a trouvé des lamelles d'autunite dans un accident minéralogique des pegmatites du Clap près Castelnau de Brassac, riche en lépidolite, rubellite, etc. (*B. S. M.* XXIV. 429.1901).

Corrèze. L'autunite a été rencontrée en petite quantité dans le gisement stannifère de Meymac et dans la pegmatite d'une carrière exploitée pour l'entretien des routes près du Pont de la Védrenne.

M. Puyaubert m'a signalé des paillettes du même minéral dans la granulite du Pont Neuf, à 5 km. de Corrèze ; elles sont accompagnées de lamelles vertes, peut-être constituées par de la chalcolite.

Loire. MM. Blanc et Courty m'ont communiqué des lamelles d'au-

1. Entre 75° et 85°, l'autunite devient uniaxe en perdant de l'eau ; puis, à une température élevée, elle en perd une nouvelle quantité et les axes optiques deviennent plus écartés que dans l'autunite normale. C'est la *métaautunite* de M. Rinne.

tunite se rencontrant dans les pegmatites de la colline du Calvaire de Saint-Bonnet-le-Château et dans leurs fissures kaolinisées (sur l'emplacement de la manufacture d'armes).

Puy-de-Dôme. L'autunite et la chalcolite ont été signalées par M. Gonnard (*B. S. M.* XIV. 223. 1891) dans la granulite de Farérolles près Bourg-Lastic ; leurs lamelles sont irrégulièrement distribuées avec apatite, mispickel, fluorine, etc.

M. Boubée a rencontré le même minéral dans un filon de quartz traversant le granite de Saint-Martin, près Ambert (*B. S. M.* XXVIII. 243. 1905).

Haute-Vienne. L'autunite est assez abondante dans les fentes des pegmatites du Limousin et imprègne quelques-uns de leurs éléments, la triplite, le béryl par exemple. Les gisements à citer sont : les environs de Chanteloube en Razès (notamment carrière située à 200 m. du village et la Vilate), Pont de Barost, Larmont et Chabanne en Saint-Sylvestre, Compreignac (Chatenet, Vénachat, Angelard), Saint-Yrieix, les environs de Limoges ; la vallée de la Briance, Beaune (puits Mazaurand), dans le gneiss.

Le même minéral a été trouvé à Vaulry dans la granulite, au contact d'un filonnet de fluorine, n'ayant pas plus de 5 cm. d'épaisseur et distinct des filons stannifères.

Rhône. Beudant cite (*Min.* 1832. 573) l'autunite dans le granite des environs de Chessy.

Saône-et-Loire. L'autunite a été découverte à Saint-Symphorien-de-Marmagne par de Champeaux, qui a fourni des renseignements précis sur son gisement [(*J. M.* IX. 529. 1800) : j'ai donné l'historique de cette question (*Bull. soc. hist. nat. Autun* XVI. 134. 1903)] et on a observé dans la granulite décomposée ainsi que dans le gneiss de petits filonnets dépassant rarement 2 cm. d'épaisseur. Le gisement précis se nomme L'ouche d'Jau ; on en a extrait de magnifiques agrégats miarolitiques de lamelles dans les cavités desquelles se rencontrent de beaux groupements flabelliformes (fig. 2) ; la collection du Muséum possède un échantillon de ce genre ne pesant pas moins de 800 gr. L'autunite imprègne aussi, sous forme de paillettes, le granite, lui-même assez altéré. Des recherches récentes (de Chaignon, *Bull. Soc. Sc. nat. Autun* XV. 39 et 220. 1902) n'ont permis de retrouver dans ce gisement que de très médiocres échantillons. Le minéral a été décrit en 1819 sous le nom de *sel à base de chaux où l'urane joue le rôle d'acide*, par Berzélius (*Neues System Min.* 295) qui, en 1823, fixa sa véritable

nature et le dénomma *uranite* (*Jahresb. Fortsch. Chem. u. Miner.* IV. 46). Le nom d'*autunite* a été proposé en 1852 par Brooke et Miller (*Introd. to Miner.* 519) pour éviter la confusion résultant de l'emploi du terme d'uranite pour désigner soit le type calcique (autunite) soit le type cuprifère (chalcolite) ; il doit être considéré comme rappelant l'Autunois plutôt qu'Autun, dont les gisements importants sont distants d'un assez grand nombre de kilomètres.

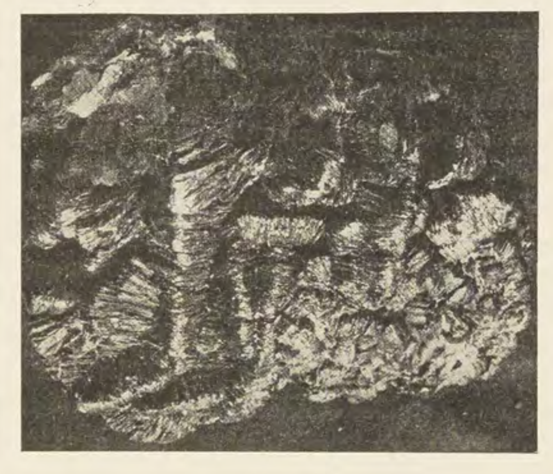


Fig. 2.
Groupe de cristaux d'autunite de Saint-Symphorien-de-Marmagne. (*Photographie grandeur naturelle.*)



Fig. 3.
Cristaux d'autunite des Riaux.
(*Grossissement de trois diamètres.*)

Depuis quelques années, des recherches actives ont été faites dans la région de Marmagne afin de trouver l'autunite, qui y a été découverte dans de nombreux gisements du même genre que les précédents ; elle est utilisée pour l'extraction du radium. J'ai visité en 1905 une exploitation, abandonnée depuis, située à la Troche, près la gare de Marmagne ; le granite à muscovite de cette localité renferme par places de grosses enclaves de schistes micacés ; elle

est très altérée. L'autunite y est localisée en veinules ayant en moyenne 1 cm. d'épaisseur ; elle est souvent accompagnée d'une argile bolaire brune. La veinule, qui a été découverte pendant ma visite, a été suivie sur près de 1 m. 50 et a fourni de magnifiques échantillons à cristaux flabelliformes, ainsi que des cristaux distincts (fig. 3). D'après les renseignements recueillis auprès d'un vieil aubergiste de Marmagne, ce gisement était connu depuis longtemps dans le pays par les habitants, qui l'exploitaient clandestinement, et il est vraisemblable qu'un très grand nombre des échantillons, entrés depuis cinquante ans dans les collections et indiqués comme provenant de Saint-Symphorien-de-Marmagne, ont été en réalité recueillis à la Troche.

Un autre gisement, situé aux Riaux en Saint-Symphorien-de-Marmagne, est actuellement exploité activement par M. Marlot, qui a bien voulu m'y guider et me fournir depuis un très riche matériel d'étude. L'autunite ne s'y trouve pas seulement dans les fentes d'un granite à deux micas, pegmatique par places (avec apatite), mais il l'imprègne encore complètement ; on rencontre des fentes de plusieurs décimètres carrés recouvertes par des croûtes de cristaux d'une fraîcheur et d'une couleur admirable. L'autunite est parfois mélangée à de la psilomélane.

L'autunite est connue encore dans d'autres localités de la même région : à Marnay, à Hauterive, à Couhard près Autun, mais elle ne s'y trouve qu'en petite quantité. J'en possède de petits échantillons, qui auraient été trouvés jadis aux environs de Charmoy, mais des recherches récentes n'ont pu faire retrouver ce gisement.

Enfin, M. Braly m'a communiqué de jolies croûtes de ce minéral provenant d'une collection faite au début du siècle passé, et indiquées comme ayant été recueillies au pont d'Ajouy, situé au-dessus de Broye et sous Montjeu ; il existe dans cette localité des pegmatites à béryl, qui ont pu fournir ces échantillons.

Madagascar. — Un échantillon d'autunite, semblable à celle de l'Autunois, a été donné au Muséum, il y a une vingtaine d'années, comme provenant de Madagascar, sans indication plus précise (analyse *h*).

Depuis lors, ce minéral a été trouvé en place dans les pegmatites à rubellite de Maharitra (Massif du Mont Bity). MM. Lefeuvre et Rosamoël m'ont communiqué des paillettes du même minéral, qui est abondant dans les fentes d'une argile reposant sur les gneiss, des bords

de la Fitatahana, à 10 km. au Sud d'Antsirabé. Ce gisement mériterait une étude approfondie.

Tonkin. — M. Dupouy a donné au Muséum de magnifiques échantillons d'autunite géodique, dont j'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 259. 1908) la ressemblance avec ceux de l'Autunois. Elle possède souvent une teinte verdâtre très vive (Voir à phosphorescence).

Ce minéral tapisse le granite à muscovite du massif de Pia-Ouac, notamment à Cao-Son, dans le secteur de Nguyen-Binh (territoire militaire de Cao-Bang).

J'ai examiné récemment un échantillon semblable, mais implanté sur du quartz filonien, provenant de Beau-Site, localité située à une trentaine de kilomètres du gisement précédent.

URANOCIRCITE

L'uranocircite présente tous les caractères et toutes les propriétés physiques de l'autunite ; sa densité seule est plus grande (3,53) ; au point de vue chimique, le baryum y remplace le calcium. M. Gaubert a montré (*B. S. M.* XXVII. 222. 1904) qu'on la distingue rapidement de l'autunite en attaquant une lamelle par l'acide chlorhydrique et en laissant cristalliser le chlorure de baryum formé, dont les cristaux s'orientent généralement sur le minéral.

L'uranocircite n'a pas été trouvée dans les gisements français, mais les analyses *b*) et *c*) citées page 544 montrent que certaines autunites de l'Autunois sont barytifères et constituent ainsi un passage à ce minéral. C'est là une indication, sur laquelle il y a lieu d'appeler l'attention des minéralogistes.

FRITZSCHÉITE

Breithaupt a incomplètement décrit (*Berg-u. hütt. Zeitung.* XXIV. 302. 1865) sous le nom de *fritzschéite* un minéral voisin de formes de l'autunite, possédant une couleur brune à rouge hyacinthe et une densité de 3,504 ; il le considérait comme une autunite manganésifère et vanadifère.

Breithaupt indique que cette substance accompagne l'autunite ou la chalcolite de divers gisements et notamment de l'Autunois ; je l'ai vainement cherchée dans les nombreux échantillons que j'ai vus

dans beaucoup d'anciennes collections ; elle n'existe pas dans la collection minéralogique de l'École des mines de Freiberg et son existence me paraît quelque peu douteuse.

CHALCOLITE

(*TOBERNITE*)

$(UO^2)^2 Cu (PO^4)^2 + 8H^2O$

Quadratique.

$$b : h = 1000 : 2076,13 \quad D = 707,107$$

$$[a : c = 2,9361 \text{ (Schrauf)}].$$

Facies. Les cristaux de chalcolite se présentent sous forme de petites lames quadratiques, aplaties suivant la base. Ce minéral constitue aussi des agrégats de lames très minces, fréquemment gondolées et dépourvues de contours géométriques.

Clivages. Clivages, parfait, micacé, suivant p (001) ; faciles suivant h^1 (100).

Dureté. 2 à 2,5. Fragile.

Densité. 3,4 à 3,6.

Coloration et éclat. Vert émeraude à vert d'herbe, plus rarement de diverses autres nuances de vert. Poussière de même couleur, mais plus pâle. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif sur les lames de clivage ; presque adamantin dans les autres directions.

Propriétés optiques. Uniaxe *négative* ($\mathbf{n}_p$). Forte dispersion.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très net, avec $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_p$.

$\mathbf{n}_g$ = vert jaune
$\mathbf{n}_p$ = vert pâle.

Composition chimique. La formule $(UO^2)^2 Cu(PO^4)^2 + 8 H^2O$ ou $CuO\,2UO^3\,P^2O^5 + 8H^2O$ correspond à la composition suivante. Une

petite quantité de phosphore peut être remplacée par de l'arsenic (passage à la zeunérite).

P_2O^5........	15,1
UO^3.........	61,2
CuO........	8,4
H^2O........	15,3
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme l'autunite, mais avec les réactions du cuivre en plus, et celle du calcium en moins.

Diagnostic. La couleur, les propriétés optiques et pyrognostiques (cuivre) ne permettent pas de confondre la chalcolite avec l'autunite. La forme quadratique la différencie des lames hexagonales de chalcophyllite, qui ont la même couleur et la même structure micacée, le même signe optique et qui se trouvent parfois dans le même gisement (Mine de la Garonne). En l'absence de formes géométriques, il faut recourir aux essais pyrognostiques et à la densité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La chalcolite est un minéral des granites (granulites) et surtout des gisements stannifères ; elle ne forme le plus souvent que de minces cristaux et jamais de filonnets, relativement épais, comme ceux dont il a été question pour l'autunite. C'est, dans les gisements français, un minéral rare ne se présentant qu'exceptionnellement en beaux échantillons.

1° *Dans les pegmatites et les aplites.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a trouvé de petits cristaux de chalcolite, p $b^{1/2}$ b^x, dans les fentes des pegmatites d'Orvault (*B. S. Sc. nat. Ouest.* IV. 139. 1904).

Plateau Central. — *Aveyron.* Boisse a signalé (*A. M.* II. 478. 1852) l'existence de l'urane phosphaté (sans indication plus précise) dans des filons de pegmatite et de roches à tourmaline, traversant le granite porphyroïde du Plateau de Campuac à Golinhac (canton d'Entraygues). C'est certainement de ce gisement que proviennent quelques échantillons de chalcolite, qui se trouvaient dans la collection de Marcel

de Serre ; ils y étaient étiquetés « Entraygues ». La chalcolite y forme des cristaux nets, $p\,b^{1/2}$, très aplatis suivant la base; ils sont implantés sur un granite à muscovite ou sur du quartz ; ces cristaux atteignent 5 mm. le long d'une arête basique.

Creuse. Le même minéral se trouve dans de semblables conditions à 5 km. Nord de Marcillat en le Mars, près la Roche.

Haute-Vienne. La chalcolite se rencontre en petite quantité dans les pegmatites au Sud de Chanteloube, où elle accompagne l'autunite. M. Demarty m'a signalé que des échantillons de chalcolite ont été rencontrés dans le gneiss, à 15 mètres de la surface, au cours du fonçage du puits Mazaurand à Beaune pour la recherche d'un filon de mispickel.

Allier. M. de Launay m'a communiqué des fragments de quartz, recueillis par lui dans la granulite de Marignan, à 2 km. Est de Montluçon, et à Colombaroux près Commentry et renfermant des paillettes de chalcolite, associées à de la pyrite et à du mispickel.

Puy-de-Dôme. La chalcolite accompagne l'autunite de Farérolles près Bourg-Lastic, et celle des environs d'Ambert.

2° *Dans les filons stannifères et les filons uniquement quartzeux*

Plateau Central. — *Creuse*. Les filons stannifères de Montebras ont fourni de belles lames de chalcolite, se trouvant soit dans les fentes du quartz, soit dans une roche formée presque exclusivement de muscovite et d'apatite.

Corrèze. Je dois à M. Besnard du Temple la communication de jolis cristaux (2 mm.) de chalcolite, tapissant les cavités d'une sorte de jaspe brunâtre en filon dans les leptynites de la Porcherie près de Bertranges (tranchée du chemin de fer de Limoges à Brives).

Puy-de-Dôme. De petites paillettes de chalcolite ont été trouvées par M. Gonnard (*B. S. M.* XI. 265. 1888) dans le filon de quartz de Douriaux près Charbonnières-les-Varennes.

Nièvre. La collection du Muséum possède depuis longtemps un échantillon de quartz un peu ferrugineux, indiqué comme provenant de l'Autunois et recouvert de larges lames quadratiques de chalcolite ; je doutais de l'exactitude de cette indication, lorsque récemment M. Marlot m'a remis des échantillons semblables, recueillis par lui dans le filon quartzeux du moulin de Beauregard à Arleuf ; ce filon contient de la fluorine violette, de la pyrite et des mouches cuivreuses.

ZEUNÉRITE

$(UO^2)^2 Cu (AsO^4)^2 + 8H^2O$

Quadratique.

$b : h = 1000 : 2059,45 \quad D = 707,107$

$[a : c = 1 : 2,9125$ (Weissbach)]

Formes et facies. Les formes sont les mêmes que celles de la chalcolite ; dans le gisement étudié plus loin, elle constitue seulement de petites lames carrées.

Clivages. Clivages, micacé suivant p (001), assez nets suivant h^1 (100). Cassure inégale.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 3,2.

Coloration et éclat. Verte de diverses nuances (vert d'herbe, vert émeraude).

Éclat nacré suivant p (001), vitreux sur les autres faces.

Composition chimique. La formule $(UO^2)^2 Cu (AsO^4)^2 + 8H^2O$ ou $CuO\ 2UO^3 As^2O^5 + 8H^2O$ correspond à la composition suivante :

As^2O^5	22,3
UO^3..........	56,0
CuO	7,7
H^2O..........	14,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme la chalcolite, mais au chalumeau donne des vapeurs arsénicales ; la perle de sel de phosphore ayant dissout un fragment de zeunérite au feu réducteur, additionnée d'étain, se couvre par refroidissement d'un voile noir d'arsenic métallique.

Diagnostic. Ce minéral, tout à fait identique à la chalcolite par ses caractères extérieurs, ne peut s'en distinguer que par les réactions chimiques (sel de phosphore et molybdate d'ammoniaque à froid).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les gisements de la zeunérite sont les mêmes que ceux de la chalcolite dans des gîtes métalliques, mais ils sont beaucoup plus rares.

Maures. — *Var*. J'ai rencontré la zeunérite dans les fentes du poudingue quartzeux cuprifère de la mine de la Garonne. Elle y constitue des lames carrées, très minces, ayant 2 à 3 mm. de côté ; elles ont une couleur verte très vive, mais peu foncée.

Ce minéral paraît avoir été peu abondant dans ce gisement ; c'est celui que M. Gonnard a signalé autrefois (avec réserve) comme chalcolite (*B. S. M.* XVI. 41. 1893).

COMBINAISONS DE PHOSPHATES ET DE CARBONATES OU DE SULFATES

Les combinaisons de ce genre, considérées généralement comme des curiosités minéralogiques, ont en réalité une très grande importance, je vais montrer en effet qu'elles constituent en particulier tous les phosphates concrétionnés, désignés sous le nom de *phosphorites*, ainsi que les *phosphates de chaux sédimentaires*.

DAHLLITE

$2Ca^3(PO^4)^2 . CaCO^3 + 0.5H^2O$

Hexagonale.

Formes et facies. La dahllite forme des croûtes fibreuses, des stalactites, des concrétions à structure fibreuse palmée ou enchevêtrée, très tenaces.

Dureté. 5.

Densité. 3,053, s'abaissant à 2,97 dans les variétés à fibres enchevêtrées plus ou moins poreuses (Mouillac).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou verdâtre. Transparente en lames minces. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras dans les échantillons particulièrement purs ; aspect mat ou soyeux dans d'autres.

Propriétés optiques. La dahllite de Norvège est uniaxe et *négative* (n_p), avec fibres allongées suivant n_p . La biréfringence est un peu supérieure à celle de l'apatite.

J'ai montré (*C. R.* CL. 1388. 1910) que la dahllite du Quercy présente des fibres à allongement positif, possédant le même enroulement hélicoïdal que la calcédonite à enroulement. Suivant les échantillons, le minéral est uniaxe (par superposition de lames), et l'axe n_p est enroulé autour de la fibre allongée suivant n_g , ou

bien, il est nettement biaxe, avec plan des axes optiques transversal aux fibres, qui sont allongées suivant $\mathbf{n}_m$; c'est donc, dans ce cas, autour de $\mathbf{n}_m$ qu'a lieu l'enroulement. La figure 1 représente



Fig. 1.
Lame mince de dahllite à structure enroulée de Mouillac.
(*Photographie en lumière polarisée parallèle : grossissement de 30 diamètres.*)

une section de l'un de ces sphérolites enroulés, vue en lumière polarisée parallèle ; les parties noires sont perpendiculaires à $\mathbf{n}_p$.

Composition chimique. La composition chimique de la dahllite, correspondant à la formule $2Ca^3(PO^4)^2$. $CaCO^3 + 0{,}5\,H^2O^4$, est donnée en *a*) ; *b*) analyse de la dahllite à enroulement de Mouillac par M. Pisani (*in* Lx. *C. R.* CL. 1390. 1910).

	a	*b*
P^2O^5	39,0	38,40
CaO	53,7	53,65
F	»	»
CO^2	6,0	5,30
H^2O	1,3	2,10
$Al^2O^3+Fe^2O^3+F$	»	0,57
	100,0	100,02

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, décrépite sans fondre ; dégage de l'eau dans le tube. Soluble à froid dans les acides, en dégageant des bulles de gaz carbonique.

1. M. W. Tschirwinsky a décrit sous le nom de *podolite* un minéral hexagonal, constituant les nodules phosphatés de Podolie et auquel il donne la formule $3Ca^3(PO^4)^2$. $CaCO^3$; il est peut-être identique à la dahllite.

Diagnostic. La dahllite se distingue de la francolite fibreuse (staffélite) par l'absence du fluor et, dans certains cas, par la structure enroulée.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Quercy. — *Lot*, *Tarn-et-Garonne*. La dahllite n'était connue que dans le gisement d'apatite d'Odegården en Norvège. Je viens de montrer (*op. cit.*) qu'elle constitue, à elle seule, des rognons à forme bizarre (fig. 2), identiques à ceux de quercyite et des concrétions (fig. 3) rappelant parfois la forme des gros champignons appelés polypores, concrétions se produisant contre les parois des poches à phosphorites[1].



Fig. 2.
Rognon de dahllite de Mouillac. (*Photographie un peu réduite.*)

La cassure est toujours d'un blanc mat ; elle montre parfois une structure régulièrement fibreuse, mais plus souvent, les fibres sont palmées et entrecroisées. Les échantillons, que j'ai étudiés, proviennent de Caylus et de Mouillac (*Tarn-et-Garonne*), de Devèze en Veylat (*Lot*), mais il est bien vraisemblable qu'il s'en rencontre de semblables dans les autres gisements similaires, dont l'énumération est donnée page 584.



Fig. 3.
Concrétion pariétale de dahllite d'une poche à phosphorites de Mouillac. (*Photographie réduite de moitié environ.*)

J'ai observé des rognons à aspect extérieur identique, qui se montrent localement constitués par de la dahllite et ailleurs par de la

1. Voir au supplément pour le *Tonkin*.

quercyite ou de la colophanite, il me semble donc vraisemblable que dans ces cas et peut-être dans tous, la dahllite résulte de la déshydratation partielle, soit de la quercyite, soit de la colophanite.

On verra plus loin que c'est sans doute aussi à la dahllite qu'il faut attribuer le produit cristallin, uniaxe et négatif, qui constitue l'élément cristallisé des quercyites, dépourvues de fluor ou très pauvres en cet élément.

FRANCOLITE

$(CaF)^2 Ca^8(PO^4)^6 . CaCO^3 + H^2O$

Hexagonale.

Forme et facies. La francolite se présente en petits cristaux hexagonaux, *p* (0001) *m* ($10\bar{1}0$), très aplatis suivant la base et généralement groupés en rosettes ou enchevêtrés. Plus souvent, elle forme des croûtes fibreuses, mamelonnées; elle constitue alors la *staffélite*; je crois que ces deux minéraux ne diffèrent pas l'un de l'autre ; j'emploierai le terme staffélite pour désigner la variété fibreuse.

Dureté. 4 à 5.

Densité. 3,128 à 3,10 (Encourtiech).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune ou verdâtre. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras dans les cristaux sur les surfaces mamelonnées. Le minéral ternit par exposition à l'air ; de translucide, il devient alors opaque.

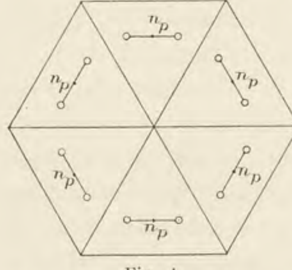


Fig. 1.
Section basique de francolite de Framont.

Propriétés optiques. Les cristaux de francolite examinés suivant la base en lumière polarisée parallèle se divisent en 6 secteurs biaxes chevauchant souvent les uns sur les autres. La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) et coïncide avec l'axe pseudosénaire ; le plan des axes est parallèle aux côtés de l'hexagone (fig. 1) ; par superposition des diverses orientations, prennent naissance des plages uniaxes. Pour la même raison, les variétés fibreuses paraissent uniaxes.

$$\mathbf{n}_m = 1{,}625 \text{ env.}$$

La biréfringence paraît un peu supérieure à celle de l'apatite.

Composition chimique. La composition chimique de la francolite, correspondant à la formule 2 (CaF)$Ca^4(PO^4)^3$+H^2O est donnée en *a*; *b*) analyse de la staffélite (*hydroapatite*) d'Encourtiech par Damour (*op. cit.*).

	a	*b*
P^2O^5..........	37,3	40,00
CaO...........	53,9	52,32
F..............	3,4	3,36
CO^2...........	3,9	5,30
H^2O...........	1,6	
$Al^2O^3 + Fe^2O^3$.	»	0,43
	100,0	101,41

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme dahllite, mais avec, en plus, les réactions du fluor (voir à *quercyite*).

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

J'ai étudié la francolite et sa variété la staffélite dans les trois conditions suivantes :

1° *Dans des gisements métallifères.*

Vosges. — [*Alsace*]. J'ai rencontré de très petits cristaux (1^{mm}) nets, mais enchevêtrés, de francolite, colorés en rouge par des inclusions ferrugineuses, dans une géode de cristaux de scheelite de Framont du type I, décrits page 281. Les propriétés optiques (fig. 1) sont identiques à celles de la francolite originelle, qui se trouve aussi en Cornwall dans des gisements métallifères.

2° *Dans les poches à phosphorites.*

On verra plus loin que c'est à la staffélite qu'il faut attribuer le minéral fluoré, uniaxe, négatif, entrant dans la constitution de la *quercyite* du Quercy. Dans ces gisements de phosphorites, je ne l'ai trouvée à l'état pur que dans le gisement suivant.

Cévennes. — *Gard.* Les argiles remplissant les poches à phosphorite de la Capelle renferment non seulement des rognons de quercyite, mais encore des blocs creusés de cavités, que tapissent des mamelons à aspect calcédonieux ; ils sont, les uns constitués par la quercyite et les autres par des aiguilles de staffélite pure, se terminant par des extrémités libres.

3° *Dans les terrains sédimentaires.*

Dévonien.

Pyrénées. — *Ariège.* Je puis montrer l'identité de la staffélite avec le minéral décrit autrefois par M. Damour, sous le nom d'*hydroapatite* (*A. M.* X. 65. 1856). Il forme des mamelons blancs, translucides, devenant opaques et laiteux dans les portions exposées à l'air; il est fibreux et ressemble un peu à de la calcédoine. Le minéral tapisse les fentes d'un schiste argileux jaunâtre du château d'Encourtiech, près Saint-Girons; ce gisement, qui renferme aussi de la *wavellite* mamelonnée, se trouve dans la zone contenant les nodules phosphatés noirs, qui sont décrits page 56.

L'analyse *b*, publiée par Damour, a été recalculée de façon à la mettre sous la même forme que celle de la francolite. Damour n'y a pas indiqué l'anhydride carbonique, mais on peut constater que la perte au feu indiquée dans cette analyse est sensiblement égale à la somme (H^2O+CO^2) de la composition théorique. Dans les échantillons originaux de Damour, se trouvant dans la collection du Muséum, j'ai pu constater l'attaque avec effervescence par les acides, et toutes les propriétés (densité, indice de réfraction, etc.) de la staffélite typique.

Crétacé et éocène.

Les divers auteurs, qui ont décrit la structure microscopique des phosphates de chaux sédimentaires, ont quelquefois signalé l'existence au milieu de ceux-ci de sphérolites à allongement négatif, qu'ils ont rapportés à l'apatite. Ces sphérolites sont en réalité constitués par de la staffélite. J'ai pu m'en assurer par l'examen d'échantillons de la *Somme*, que je dois à l'un de ces auteurs, M. Lasne. Celui-ci m'a en outre remis un échantillon intéressant, qui consiste en une concrétion mamelonnée et fibreuse, recueillie dans les exploitations d'Orville (Le Rideau d'Hallay) au contact de la craie blanche inférieure. L'examen microscopique montre qu'il est constitué par de la staffélite très pure, dont les fibres se terminent à l'extérieur par de petites aiguilles libres.

COLOPHANITE

$$x[Ca^3(PO^4)^2] + y\,CaCO^3 + zH^2O$$
$$x\,[(CaF)^2Ca^8(PO^4)^6] + y\,CaCO^3 + zH^2O$$

Amorphe.

Facies. Forme des masses concrétionnées, rappelant l'opale et la gomme à cassure conchoïdale. La variété *monite* est terreuse.

Dureté. 4,5.

Densité. 2,69 à 2,77 (Pouzillac) ; les variétés terreuses ont une densité apparente plus faible (2,1 pour la monite).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune, brune, rougeâtre. Translucide ou opaque.

Éclat vitreux, un peu résineux (*colophanite*) ou aspect terreux (*monite*).

Propriétés optiques. Isotrope. La valeur de l'indice de réfraction varie en même temps que la composition chimique. Voici les valeurs obtenues sur deux échantillons pour la lumière du sodium :

n = 1,569 (Pouzillac)
n = 1,612 (Ile Rurutu).

Composition chimique. La colophanite (*Kollophan*) a été décrite par Sandberger d'après des échantillons de Sombrero ; il leur a attribué la formule $Ca^3(PO^4)^2 + H^2O$, en supposant que l'anhydride carbonique fourni par l'analyse était dû à un mélange de calcite. J'ai montré (*C.R.* CL. 1213. 1910) que le carbonate de calcium fait partie de la constitution du minéral, mais il est vraisemblable que la colophanite amorphe n'a pas une composition constante ou tout au moins qu'il existe des types de composition variée. On peut y distinguer en particulier un type pauvre en fluor ou dépourvu de ce corps ; c'est celui dont l'analyse est donnée ci-contre, l'échantillon étudié provient de Pouzillac (*Gard*). Il existe d'autre part un type plus ou moins fluoré, dans lequel le rapport du fluor à l'anhydride phosphorique atteint et quelquefois même dépasse celui que comporte l'apatite. C'est ce type (*fluocolophanite*) qui est réalisé dans les phosphates sédimentaires et l'on trouvera plus loin dans la description des gisements quelques renseignements complémentaires sur ce sujet. Ces colophanites sont d'ailleurs le plus souvent très

mélangées d'impuretés ; elles constituent des roches, plutôt que des minéraux.

Cette combinaison du phosphate et du carbonate de calcium sous une forme amorphe peut être comparée peut-être à celle qui constitue les os, la matière organique en moins, bien entendu.

P^2O^5	37,40
CaO	49,73
F	0,88
CO^2	3,75
H^2O	7,05
Al^2O^3	0,14
Fe^2O^3	0,36
Na^2O+K^2O	0,30
	99,61

Essais pyrognostiques. Comme la dahllite, avec parfois réaction faible du fluor.

Diagnostic. La densité, la facile solubilité (avec effervescence et à froid) dans les acides sans résidu, et enfin les réactions de l'anhydride phosphorique, permettent de distinguer facilement la colophanite de l'opale et des silicates à aspect similaire. La structure amorphe ne permet de la confondre avec aucune des autres combinaisons de phosphates et de carbonates.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La colophanite se trouve uniquement dans les trois catégories de gisements suivants :

1° dans les gisements de guano ;
2° dans les poches à phosphorites ;
3° dans les gisements sédimentaires (*fluocolophanite*).

1° *Dans les gisements de guano.*

La colophanite est le minéral principal des curieuses formations, qui se trouvent dans les Antilles (Sombrero, île des Oiseaux, Curaçao, etc.) et dans certaines îles du Pacifique[1], situées pour la plupart entre

1. Les îles Baker, Howland, Jarvis, Mac Kean, Malden, etc., sont à citer en particulier, parmi les possessions non françaises.

le 150° et le 180° long. W. (Greenwich), le 10° N. et le 10° S. de latitude. Ces gisements sont constitués par des guanos lavés par la pluie et par l'eau de mer (*leached guano*).

Ces dépôts phosphatés sont pulvérulents à la surface des gisements, durs en profondeur, là où le calcaire corallien a été épigénisé sur place par les sels solubles du guano suprajacent ; ils possèdent souvent même la structure du calcaire lui-même (oolitique, bréchiforme, coquillier, etc.) ; des dépôts gypseux se forment quelquefois au milieu d'eux par suite du dessèchement du lagon central.

La colophanite est parfois associée à de nombreux autres phosphates (monétite, brushite, redondite, etc.).

Les gisements des possessions françaises, qui vont être étudiés ci-dessous, n'ont pas été étudiés jusqu'à présent; il est vraisemblable qu'une exploration étendue de cette région en augmentera le nombre.

Archipel Tuamotu. — J'ai trouvé des échantillons de colophanite translucides et ambrés parmi des spécimens provenant de l'île Makatéa, au N. E. de Tahiti; le minéral pur forme des veines dans des calcaires coralliens, eux-mêmes transformés en la même substance, sans que leur structure ait été altérée ; les uns sont oolitiques, remplis de débris de coquilles, les autres finement rubanés. Ces roches étaient originellement constituées par des oolites ou des débris de calcaire et de mollusques, laissant entre eux de nombreuses cavités ; ces éléments sont transformés en colophanite plus ou moins opaque, tandis que celle qui remplit complètement les anciens vides est translucide. Ces dépôts phosphatés sont assez abondants pour être exploités depuis peu.

Archipel Tubuaï. — J'ai examiné des échantillons analogues provenant de l'île Rurutu, dans le petit archipel Tubuaï, situé au sud de Tahiti. Ils renferment en outre des rognons gris opaques à cassure cireuse, rappelant certains de ceux du Quercy.

Nouvelle-Calédonie. — Des gisements phosphatés sont actuellement prospectés dans de petits îlots dépendant de la Nouvelle-Calédonie et situés à son Nord-Ouest : Huon, à 250 km. environ et les îles Chesterfield (îles Surprises), à environ 590 km. Les échantillons que j'ai examinés proviennent de ces dernières ; ils consistent en petits fragments de coraux blancs, encore intacts et poreux, cimentés par de la colophanite concrétionnée jaune.

2° *Dans les poches à phosphorites.*

La colophanite constitue une partie importante des phosphorites, qui vont être décrites en détail à l'article *quercyite*. Elle est moins fréquente que cette dernière substance, dans la constitution de laquelle elle entre. Les caractères extérieurs étant les mêmes, quelle que soit la composition, il me paraît inutile d'insister sur eux ici.

La colophanite pure constitue des rognons ou des masses, qui tantôt sont presque transparentes et tantôt sont seulement translucides ou plus souvent opaques. Les premiers ont un aspect de cornaline ou de gomme, les autres ont celui d'émail, tout à fait caractéristique. L'examen en lumière polarisée est toujours nécessaire pour distinguer ce minéral de la quercyite, les échantillons en apparence très vitreux, étant souvent les plus cristallins.

Les rognons de colophanite, constitués par des couches concentriques, sont généralement très fragiles, tandis qu'au contraire ceux qui ont une apparence homogène possèdent une consistance et une cassure rappelant celles de l'opale résinite.

Voici quelques gisements, dont j'ai observé des échantillons particulièrement purs (voir au supplément pour le *Tonkin* et *l'Annam*).

Quercy. — *Lot*. Environs de Limogne (Concots, Mouillac, etc.).

Tarn-et-Garonne. Environs de Caylus, etc.

Cévennes. — *Gard*. Pouzillac, Quissac, Tavel, etc.

Corbières. — *Hérault*. Loupiac, Montagne de Cette, etc.

Algérie. — *Oran*. Djebel Sfjan, etc.

3° *Dans les gisements de phosphates d'origine sédimentaire.*

La plus grande partie des phosphates de chaux sédimentaires sont amorphes ; ils ne présentent qu'exceptionnellement des parties cristallines sphérolitiques, que je rapporte à la staffélite. Ils contiennent de l'anhydride carbonique et de l'eau en quantité plus ou moins grande, qui ont été analysé jusqu'ici ou qui ont été considérés comme étrangers à la substance, mais que je regarde comme faisant partie intégrante du minéral, j'estime que celui-ci doit le plus souvent, sinon toujours, être rapporté à un type très fluoré de colophanite. Il renferme parfois une quantité de fluor, qui est avec l'anhydride phosphorique dans le même

rapport que dans l'apatite, mais le plus souvent, il en contient un peu moins et exceptionnellement un peu plus. Ce fait, annoncé pour la première fois par M. Ch. Delattre (*Étude sur les gisements français de phosphate de chaux*, 1882), a été bien mis en lumière par M. Lasne (*Ann. géol.*, 1889; *B. S. G.* XVIII. 441. 1890. *C. R.* CX. 1376. 1890, et *L'origine des phosphates de chaux de la Somme*. Paris, 1901) et enfin par M. Ad. Carnot (*A. M. X*. 137. 1896), qui a publié un grand nombre d'analyses, pour la plupart effectuées au Bureau d'Essai de l'École des Mines [1], et dont je donne ci-contre le résumé en ce qui concerne le fluor.

P^2O^5 teneur en anhydride phosphorique.
f — en fluor.
F — — de l'apatite normale correspondant à une égale teneur en P^2O^5
$\frac{f}{F}$, Rapport des valeurs précédentes.

	P^2O^5	f	F	$\frac{f}{F}$
Permien.				
Coprolites du bassin d'Autun	23,53	2,13	2,10	1,01
— —	23,50	2,00	2,10	0,59
— —	36,03	3,57	3,21	1,11
Lias.				
Semur (*Côte-d'Or*), nodules avec fossiles	28,40	2,05	2,53	0281
— —	26,40	2,14	2,35	0,91
— —	27,06	1,75	2,41	0,73
— —	28,59	2,40	2,55	0,94
— —	29,71	1,55	2,65	0,58
Bazaiges (*Indre*)	26,61	2,37	2,39	0,99
Neuvy —	29,81	2,60	2,66	0,98
Albien.				
Macheroménil (*Ardennes*), nodules verts	20,80	1,78	1,85	0,96
La Giberie (*Aube*), nodules grisâtres	21,82	1,87	1,95	0,96
Triancourt (*Meuse*), nodules noirâtres	24,50	2,10	2,18	0,96
Perte du Rhône (*Ain*), fossiles phosphatés	20,90	2,12	1,86	1,14
	13,32	1,41	1,19	1,18
Croix-Saint-Hilaire (*Ardennes*)	25,10	2,21	2,24	0,98

1. De nombreuses analyses de phosphates, considérés au point de vue industriel, ont été publiées par M. Nivoit dans l'article gisements de phosphates de chaux, de l'*Encyclopédie chimique de Frémy* (V. 1re section, 2e partie, 1883).

D'après Delattre (*op. cit.*), la richesse en P^2O^5 du remplissage des cavités des fossiles serait en raison directe de la ténuité de leurs ouvertures. Quand celles-ci sont petites (dans les oursins par exemple), la masse phosphatée est dure, compacte, homogène, riche en P^2O^5 ; quand elles sont grandes, la cavité est surtout remplie par de la calcite, du quartz, etc.

Cénomanien.				
Pernes (*Pas-de-Calais*)........................	20,80	1,76	1,85	0,95
— —	37,20	3,26	3,22	0,98
Turonien.				
Manre (*Ardennes*)...........................	21,68	1,86	1,93	0,96
Lezennes (*Nord*)............................	32,04	2,75	2,86	0,96
	9,30	0,51	0,83	6,10
Sénonien.				
Nœux (*Pas-de-Calais*)........................	28,32	2,93	2,53	1,16
Buire-aux-Bois..............................	29,02	3,07	2,59	1,19
Beauval (*Somme*)............................	37,20	3,26	3,22	0,98
— —	34,90	2,87	3,12	0,92
Orville (*Somme*)............................	38,76	3,38	3,45	0,98
— —	38,25	3,33	4,31	0,97
Eocène.	33,01	3,11	2,94	1,06
Gafsa (*Tunisie*)............................	31,73	3,17	2,83	1,12
— —	31,20	2,72	2,78	0,98
Sidi Ayet —	31,90	3,25	2,84	1,14
—	34,82	3,78	3,00	1,26
Djebel Dyr (*Constantine*).....................	33,67	2,45	3,00	0,82
Tébessa (Chabel-el-Oaissen)...................	32,57	2,61	2,90	0,90
Aïn Dibbu —	32,20	2,80	2,87	0,97
Djebel Kouif —	26,70	2,65	2,38	1,11
Maïzibu —	31,90	2,62	2,84	0,92
Aïn Fa'kroum —	20,21	1,44	1,80	0,80
— —	19,83	1,36	1,76	0,77
Sigus —	16,63	1,40	1,48	0,94
— —	23,98	2,04	2,14	0,95
M' Sila —	22,71	1,78	2,02	0,88
Djebel M' Zeïta —	35,10	3,11	3,13	0,99
Bordj- R'dir —	10,24	0,99	0,91	1,08
Boghari —	25,70	2,08	2,29	0,91
— —	17,16	1,45	1,53	0,95

Il est à noter que la teneur en P^2O^5 n'atteint jamais celle de l'apatite, et que le maximum est très voisin de celui de la francolite ; le tableau ci-contre montre d'ailleurs que les produits analysés, véritables minerais, étaient souvent très impurs. Ces concrétions phosphatées, dues à des actions secondaires, ont naturellement englobé tous les minéraux existant dans le sédiment en voie de formation ou déjà formé, au milieu duquel elles se sont produites.

Des théories nombreuses ont été émises pour expliquer l'origine de ces phosphates sédimentaires. M. Lasne admettait la dissolution de

l'apatite des roches éruptives et des roches cristallophylliennes, par l'eau de mer chargée de CO^2, puis le dépôt par concentration des sels dissous dans une mer peu profonde. D'autres auteurs (de Lapparent en particulier) ont fait intervenir avec plus de raison l'action des animaux vivants, extrayant des eaux marines les traces d'anhydride phosphorique qu'elles contiennent toujours, puis (Ad. Carnot) des concentrations *post mortem* de ces mêmes sels sur les dépouilles des animaux. M. Ad. Carnot admet qu'il s'est déposé d'abord du phosphate tribasique, puis que celui-ci a, simultanément ou plus tard, fixé du fluorure de calcium, comme cela se passe pour les os [1] enfouis dans le sol. D'après cette hypothèse, le fluophosphate de chaux ne se serait pas déposé tout d'une pièce, comme dans la théorie de Lasne. La variabilité de composition chimique des phosphates sédimentaires est un argument en faveur de la théorie de M. Carnot.

Aux théories précédentes, il faut en outre ajouter l'intervention de l'action de l'anhydride carbonique, qui a été l'agent convoyeur du phosphate et s'est combiné avec lui.

a) *Dans les assises paléozoïques.*

Dans le silurien.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Rares nodules phosphatés dans le calcaire accompagnant les schistes à *Calymene* d'Angers.

Dans le dévonien.

Pyrénées. — Un remarquable niveau phosphaté a été signalé par M. Levat (*A. M.* XV. 5. 1899) dans toute l'étendue de la chaîne pyré-

1. M. Carnot a publié à ce sujet d'intéressantes observations (*A. M.* I. 185. 1893). Il a montré que, par la fossilisation, les os gagnent du $CaCO^3$, du Fe^2O^3 et du fluor. Voici des moyennes d'analyses :

	$\frac{f}{F}$	$\frac{P^2O^5}{f}$
Os modernes	0,056	208,1
— quaternaires	0,360	31,3
— tertiaires	0,620	16,6
— secondaires	0,907	12,4
— primaires	0,993	11,3
Apatite	1,000	11,2

Ces nombres ne doivent pas être pris en valeur absolue, mais comme montrant seulement le sens du phénomène. Les os des âges primaires et secondaires ont une teneur très voisine de celle de l'apatite : dans les os actuels des divers animaux P^2O^5 varie de 37 à 42 °/₀, Fl de 0,16 à 0,31 °/₀.

néenne. Il est situé à la partie supérieure du dévonien entre les marbres griottes et les schistes sous-jacents.

Il atteint 8 à 10 mètres d'épaisseur ; il est caractérisé dans les parties riches par la présence de nodules noirs, brillants, rappelant l'anthracite ; ceux-ci atteignant parfois les dimensions des deux poings, ont souvent la structure imbriquée d'un bulbe d'oignon. Ils sont durs, aplatis, et renferment de 65 à 75 °/₀ de phosphate tribasique de chaux. Ils forment souvent le tiers ou le quart de la masse. Leur remplissage est lui-même phosphaté. Les schistes ternes titrent 7,10 °/₀ d'anhydride phosphorique, alors que les schistes luisants contournés, qui enveloppent les nodules, en ont jusqu'à 12 °/₀ ; ces phosphates renferment en outre de 25 à 28 °/₀ de matière organique, avec de 3 à 5 kilogrammes d'azote organique à la tonne.

Ce niveau a été suivi depuis les *Basses-Pyrénées*, jusqu'aux Corbières, et dans la Montagne Noire, jusqu'aux environs de Caunes (*Aude*). On peut citer dans les *Basses-Pyrénées* les vallées d'Accous, de Lescun, des Eaux-Bonnes ; dans les *Hautes-Pyrénées*, la vallée d'Arreau ; dans la *Haute-Garonne*, celle de Luchon ; dans l'*Ariège*, celle du Salat, les environs de Las Cabesses près de Saint-Girons ; dans les *Pyrénées-Orientales*, les environs de Prades, etc. ; dans l'*Hérault*, Cabrières, etc.

C'est probablement de ce même niveau que proviennent des échantillons analysés en 1842 par Berthier (*A. M.* II. 440) et indiqués par lui comme provenant des environs de Quillan (*Aude*). La description qu'il donne de ces nodules, renfermant 60 °/₀ de phosphate, répond en effet à celle donnée plus haut.

Dans le carbonifère.

Plateau Central. — *Allier*. Certains rognons de sidérite lithoïde du houiller de Fins sont dans leur partie centrale constitués par de la phosphorite terreuse ; ils sont à grains fins, d'un gris foncé, et parfois imprégnés de calcite laminaire, qui les divise en portions prismatiques. Ils sont quelquefois enveloppés de pyrite. D'après Berthier (*A. M.* XI. 442. 1824), leur teneur en phosphate de chaux atteint 57 °/₀.

Ardennes. — *Ardennes*. Les schistes à calcéoles de Vireux-Molhains renferment de petits nodules phosphatés ; leurs trilobites sont parfois transformés en phosphate et titrent jusqu'à 31 °/₀ de phosphate tribasique.

Esterel. — *Var*. Des nodules phosphatés se rencontrent à la partie supérieure du grès houiller de la Bastide Bozaris, près Fréjus.

Dans le permien.

Morvan. — *Saône-et-Loire*. Les coprolites du permien d'Autun renferment jusqu'à 36 °/₀ d'anhydride phosphorique.

Dans le trias.

Esterel. — *Var*. Nodules phosphatés, considérés comme coprolites, dans les grès bigarrés et les argiles rutilantes de Fréjus et de Poujet, ainsi que dans les marnes gypseuses des environs de Draguignan.

b) *Dans les assises jurassiques.*

Les seuls gisements du jurassique, assez riches en phosphate de chaux pour pouvoir donner lieu à des exploitations, appartiennent au lias; mais il existe de nombreux autres étages phosphatés, qui vont être brièvement cités.

Dans le lias.

De nombreux gisements phosphatés existent à divers niveaux du lias (et notamment dans le rhétien) ; quelques-uns d'entre eux sont exploités soit directement, soit dans leurs argiles de décalcification, au pied de collines constituées par la roche en place.

Ardennes. — *Ardennes*. Nombreux niveaux phosphatés, non exploités dans diverses zones du lias (Aiglemont, Saint-Menges, Mézières, Moiry, Mohon, Margut); les nodules atteignent la grosseur du poing.

Lorraine. — *Meuse*. Dans le lias supérieur à Fresnois.

Meurthe-et-Moselle. Dans le sinémurien : Tomblaine, etc. (dans calcaires et dans argiles de décalcification).

Vosges. — *Vosges*. Dans le sinémurien. Sandaucourt, Damblain, Neufchâteau.

Haute-Saône. Couche argileuse entre le sinémurien et le liasien avec poches remplies de nodules phosphatés blanchâtres et fossiles phosphatés : Pomoy, Vitrey, Auxon.

Champagne. — *Haute-Marne*. Dans le sinémurien de Chalindrey.

Bourgogne. — *Côte-d'Or*. Les gîtes de l'Auxois se trouvent surtout au sommet dû sinémurien. On exploite leurs argiles de décalcification entre Avallon et Semur (et surtout entre cette ville et Beaune); Semur, Martigny-sur-Armançon, Thoste, Arnay-le-Duc. Les nodules sont friables (rarement plus de 30 °/₀ de P^2O^5), Vic-de-Chassenay (petits nodules plats, ressemblant à de grosses fèves).

Yonne. Des exploitations ont été faites jadis sur le prolongement des couches de l'Avallonnais et en particulier à Epoisses.

Saône-et-Loire. Oyé-en-Brionnais et environs de Mâcon.

Nivernais. — *Nièvre*. Chavannes-Changy.

Berri. — *Cher*. Le niveau de l'Auxois a été exploité à Germigny (près de la Guerche). Dans le calcaire, les nodules sont gris; ils sont d'un blanc jaunâtre dans les argiles de décalcification. Leur taille est celle d'une noix; leur surface est arrondie et mamelonnée; ils sont parfois aplatis en forme de galets tendres et à cassure terreuse [1].

Indre. Exploitations à la base du liasien entre Celon et Neuvy-Saint-Sépulchre (Celon, Bazaiges, Ceaulmont), aux environs d'Argenton. Ces nodules prennent parfois un aspect cristallin dû à des imprégnations de calcite; ils se trouvent soit en place dans le calcaire, soit dans les argiles de décalcification de ceux-ci. Les nodules des argiles sont compacts, ceux des sables sont blanc jaunâtre, tachetés de limonite, légers et poreux.

Poitou. — *Vienne et Deux-Sèvres*. Le même niveau phosphaté se retrouve dans la *Vienne* et dans les *Deux-Sèvres* (Niort, Saint-Maixent), mais il n'est pas exploitable.

Bajocien et bathonien.

Normandie. — *Calvados*. Un niveau de nodules phosphatés (atteignant 30 °/₀ de phosphate tribasique) se trouve à la base du bajocien du Calvados et notamment aux environs de Bayeux, à Saint-Vigor-le-Grand.

Poitou. — *Vendée*, *Deux-Sèvres*, *Charente*. Le niveau bathonien à *Am. zigzag* (banc pourri) renferme des fossiles phosphatés, insuffisamment riches pour pouvoir être exploités. M. Welsch, qui m'a

1. Les gisements de phosphates de la France centrale ont été étudiés en détail par M. de Grossouvre (*A. M.* VII. 361. 1885.).

communiqué des échantillons provenant de Saint-Pezenne près Niort (*Deux-Sèvres*), l'a suivi de Fontenay-le-Comte (*Vendée*) jusqu'à l'Est de Ruffec (*Charente*).

Callovien et Oxfordien.

Berri. — *Cher*. M. Douvillé a signalé au Foulon, près La Guerche, une couche argileuse riche en fossiles (*ammonites*, *belemnites*, etc.) phosphatés (*B. S. G.* III. 112. 1874).

Nivernais. — *Nièvre*. Le même niveau, reposant sur le callovien, se trouve dans la tranchée du chemin de fer de l'Aiguillon, à la sortie de Nevers ; les nodules phosphatés y sont verdâtres, plus ou moins arrondis ; les fossiles et notamment les pholadomyes sont phosphatés.

Kimeridgien.

Normandie. — *Calvados*. Petits nodules terreux d'un gris jaune à Villerville.

c) *Dans les assises du crétacé.*

Albien et Gault.

Bordure du Bassin de Paris. — Les grès verts de l'albien, qui constituent une ceinture au Bassin de Paris, de l'Ardenne et de la Normandie et qui affleurent aussi en Picardie et dans le pays de Bray, renferment un niveau phosphaté remarquable, ayant en moyenne de 0 m. 10 à 0 m. 15 d'épaisseur. Les nodules qu'ils renferment sont généralement isolés, à surface lisse et mamelonnée ; ils sont d'ordinaire grisâtres ou d'un brun verdâtre à leur périphérie, bruns et noirâtres au centre. Assez rarement, ils sont suffisamment nombreux pour se toucher et former ainsi une petite couche continue. Ces nodules résultent de la concentration du phosphate au milieu du sable, dont ils englobent tous les éléments (quartz, glauconie, etc.). Ils contiennent de la matière organique, enveloppent des fossiles ; les débris de mollusques ou de bois sont souvent eux-mêmes phosphatisés et dans certaines localités, ils constituent même la source principale du phosphate. Beaucoup de ces gisements sont ou ont été exploités.

Un autre niveau, moins constant que le précédent, se trouve dans les argiles du gault ; des nodules phosphatés y ont été trouvés au cours du creusement de puits artésiens (La Chapelle, Maisons-Laffitte, Vernon, Rouen, etc.).

Pas-de-Calais. Dans le Boulonnais, les gisements des environs

de Marquise, de Fiennes ont été exploités jadis ; ils se trouvent dans le gault. Dès 1818, Berthier a publié l'analyse des nodules phosphatés mélangés de pyrite de Wissant.

Ardennes. Des gisements très continus et exploités abondent dans les sables verts de cette région. Leurs nodules phosphatés (*coquins*), mélangés de calcite, sont d'un gris verdâtre, assez durs, arrondis, à surface souvent lisse. Leurs dimensions varient depuis celle d'une noix jusqu'à celle du poing : Grandpré, Machéroménil.

Exceptionnellement, ces nodules se réunissent pour former une petite couche continue (Canton de Vaubécourt). Des nodules compacts, gris à l'extérieur, noirs au centre, se trouvent aussi à la base de la gaize (gault) : ce niveau phosphaté est moins constant que le précédent, mais plus riche.

Meuse. Triancourt (albien), Dombasle, les Islettes, Louppy-le-Château, Andernay, Beurey.

Aube. La Giberie, nodules terreux dans l'albien.

Yonne. Des nodules, d'un gris blanc, se trouvent au Nord d'Auxerre, dans une couche de graviers du sommet du gault ; ils sont accompagnés de nombreux fossiles phosphatés ; d'assez nombreuses exploitations ont été établies sur leurs gisements : Toucy, Les Chénons près Parly, Nanthon, Beauvoir, Mormont, Lindry, Saint-Maurice-le-Vieil, Saint-Martin-sur-Ocre, Merry-la-Vallée, Petit-Pau près Seignelay ; ces nodules renferment en moyenne 27 °/₀ de P^2O^5.

Côte-d'Or. Quelques nodules dans les assises à *Am. mamillaris* dans l'arrondissement de Dijon.

Nièvre. — Graviers quartzeux à ciment phosphaté dans les sables de la Puisaye des bords de la Loire vers les Cadoux.

Cher. Dans le Sancerrois, des gisements, semblables à ceux de l'Yonne, sont exploités entre Vailly-sur-Sauldre, Assigny et Sury-ès-Bois. Ces nodules se trouvent dans des couches glauconieuses (ils sont alors noirs ou brun foncé) ou dans des sables (ils sont dans ce cas d'un blanc laiteux) ; on trouve aussi des mollusques et des bois fossiles phosphatisés.

Orne. Ceton.

Région alpine et subalpine. — *Ain*. Importants gisements à la Perte-du-Rhône, près Bellegarde ; les nodules d'un vert grisâtre, très glauconieux, surtout formés par des fossiles, se trouvent dans

trois bancs sableux, dont l'épaisseur totale est de 1 m. 80. La partie interne des coquilles est la plus phosphatée.

Savoie. Le Désert, La Colombe, le Châtelart (grès verts) et dans la couche de passage de l'aptien à l'albien (La Balme de Rencurel en Vercors).

Basses-Alpes. Montagne de Lure (couches à *Belem. plenus*).

Alpes-Maritimes. Au village d'Escragnolles.

Ardèche et Drôme. Dans ces départements, les nodules phosphatés forment une série de lits minces, espacés dans les sables verts ayant une épaisseur de 6 à 12 mètres. Le Saut de l'Egue en Viviers.

Vaucluse. Saint-Paul-Trois-Châteaux et Clansayes.

Cévennes. — *Gard*. Salazac (grès verts).

Algérie. — D'après Thomas et Péron : région d'Aumale (*Alger*) et de Bou-Thaleb (*Constantine*).

Cénomanien.

Un niveau situé à la base de la craie glauconieuse est localement assez riche en nodules phosphatés pour se prêter à l'exploitation.

Bassin de Paris et sa bordure. — *Pas-de-Calais*. Le tourtia de Pernes renferme une couche phosphatée, pouvant atteindre 1 m. d'épaisseur ; la roche, riche en glauconie, est poreuse et friable ; elle contient jusqu'à 25 °/₀ de P^2O^5.

Nord. Anzin, Sasseynies, Noyelle.

Ardennes. A la base du cénomanien de l'Ouest de l'Argonne, se trouve une petite couche renfermant des nodules phosphatés noirs et brillants. Environs de Vouziers, Sainte-Marie, Givron, La Romagne.

Marne. Même niveau exploité à Sainte-Ménehould.

Sarthe. Une couche analogue à la précédente a été reconnue et exploitée dans ce département.

Seine-Inférieure. Côte Sainte-Catherine près Rouen ; falaises de la Hève près le Havre.

Turonien.

Il existe quelques niveaux phosphatés dans le turonien, mais ils sont sans importance pratique.

Bordure du Bassin de Paris. — *Nord*. Calcaires crayeux durs

du sommet du turonien avec nodules phosphatés, désignés sous le nom de *tun* : Lezennes près Lille, env. du Cateau.

Ardennes. Dans marnes à *Belemn. plenus* de Manre, de Réthel (nodules irréguliers et coprolites).

Sarthe. Nodules verdâtres, atteignant 1 kg. dans assises sableuses : environs du Mans, La Ferté-Bernard, Connéré.

Périgord. — *Dordogne*. Nodules compacts, blanc jaunâtre à Gourd-de-l'Arche, près Périgueux : ils sont glauconneux.

Sénonien.

Picardie. — La craie du sénonien supérieur (aturien) renferme dans cette région des grains phosphatés (0 mm. 05 à 0 mm. 10), le plus souvent amorphes, parfois fibreux ou cristallisés (staffélite) ; beaucoup d'entre eux épigénisent des foraminifères, des esquilles d'os, de poissons, etc. Des couches riches peuvent renfermer jusqu'à 80 °/₀ de phosphate. Des poches de décalcification, ayant jusqu'à 27 mm. de profondeur à Orville, se rencontrent à la fois dans cette craie phosphatée et dans les assises de craie blanche sous-jacente. Les grains sableux de phosphate s'y concentrent au milieu d'une argile ferrugineuse en même temps que les fossiles qui sont surtout conservés quand ils sont phosphatés (voir les analyses de Lasne. *L'origine des phosphates de chaux de la Somme*. Paris, 1901). Les couches phosphatées sont recouvertes presque partout par une argile rougeâtre riche en gros silex, appelée dans le pays *bief à silex* ; elle provient de la décalcification de la craie argileuse à silex, surmontant la craie à *Belemnitella quadrata*.

Voici les gisements principaux où ces phosphates ont été reconnus ou exploités.

Pas-de-Calais. Orville, Buire-aux-Bois, Nœux.

Somme. Dreuil-Hamel près Hallencourt, Curlu, Beauquesne, Terramesnil, Raincheval, Puchevillers, Ribémont, Bray-sur-Somme, Marcheville en Ponthieu, Beauval, etc.

Oise. Hardivilliers près Breteuil.

Environs de Paris. — *Seine*. Meillet a signalé (*A. M.* III. 718. 1843) dans la craie de Meudon de petits nodules assez rares, titrant 47,5 °/₀ de phosphate tricalcique.

Maine. — *Sarthe*. Des nodules de phosphates verdâtres à l'extérieur, blancs à l'intérieur, se trouvent dans le sénonien à Château-du-Loir, Dissay, Sainte-Paterne.

Ardennes. — *Ardennes*. Nodules blancs souvent accompagnés de pyrite à la base du sénonien de Perthes (travaux du tunnel).

Madagascar. — Les assises ferrugineuses et gréseuses du crétacé (sénonien ?) des environs de Diégo Suarez renferment une petite quantité de phosphate, qui est surtout concentrée dans des bois de conifères [*Araucaroxylon madagascariense*, Fliche], taraudés, très analogues d'aspect extérieur avec ceux de l'albien et du cénomanien de l'Argonne. Ces bois fossiles, à structure conservée, sont rouges ou brun foncé à éclat cireux et renferment jusqu'à 54 °/₀ de phosphate de chaux tribasique : ils ne constituent qu'un accident minéralogique.

d) *Dans les assises tertiaires.*

Éocène.

Bassin de Paris. — C. A. Becquerel a signalé en 1821 de petits nodules dans l'argile plastique d'Auteuil. Meillet a cité aussi (*A. M.* III. 718. 1843), dans le calcaire grossier (lutétien) des environs de Paris, de petits nodules jaune-chamois, renfermant jusqu'à 62 °/₀ de phosphate tricalcique. Ce n'est là qu'une curiosité minéralogique.

Berri. — *Indre*. Les marnes éocènes de la ferme des Prunes près d'Argenton, connues par leurs ossements de vertébrés, renferment de petits nodules terreux de phosphate de chaux.

Algérie. — L'éocène inférieur, qui affleure sur de grandes étendues dans toute l'Afrique septentrionale, renferme toujours à sa base (entre le crétacé et le calcaire à *Nummulites planulatus*, c'est-à-dire dans le thanétien et l'yprésien) des couches phosphatées plus ou moins importantes par leur épaisseur et leur teneur en anhydride phosphorique. Ces dernières sont généralement insuffisantes pour donner lieu à une exploitation ; c'est seulement dans la province de *Constantine* et en *Tunisie* que la teneur en phosphate tribasique atteint 6 à 7 °/₀ et que les couches peuvent être exploitées fructueusement. La figure 1 représente une lame mince taillée dans le minerai riche de Tébessa. Les grains de fluocolophanite y présentent leur forme caractéristique.

Voici les gisements les plus importants : *Constantine* : Djebel Kouif (22 km. N. E. de Tébessa) ; Djebel Dyr (à 16 km. N. de Tébessa) ; Aïn-Kissa (à 8 km. N. E. de Tébessa) ; Tocqueville (à 31 km. S. O. de Sétif) ; Bordj R'dir (58 km. S. O. de Sétif).

Je citerai quelques autres gisements à teneur trop faible pour être exploités : Environs S. O. de Sétif ; Aïn-Abid et Bou Nouara (entre

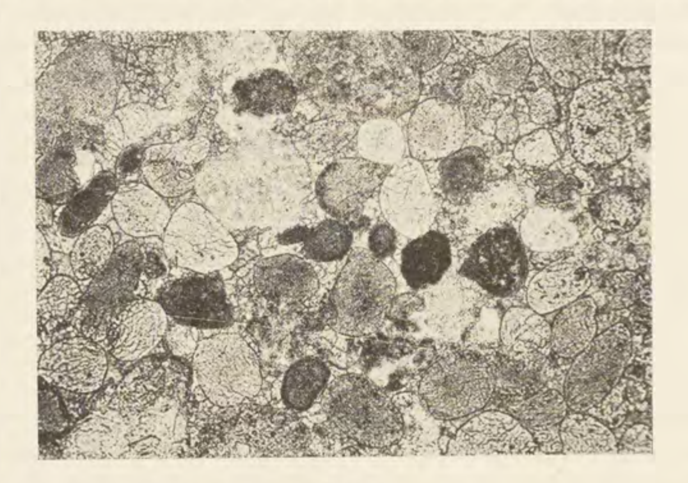


Fig. 1.
Grains phosphatés cimentés par calcite. Tébessa. (*Grossissement de 35 diamètres.*)

Guelma et Constantine) ; Aïn-Fakroun (entre Aïn-Beida et Constantine) ; Djebel M'Zaïta, à 28 km. au Sud de Bordj bou Arréridj et enfin (*Alger*), la région de Boghar et de Bérin.

Il existe aussi quelques autres gisements, dont l'exploitation est aujourd'hui abandonnée, et qui se trouvent dans l'éocène moyen (lutétien) : Tarja et Djebel Dekma, près Souk-Ahras.

Tunisie. — Les nombreux gisements exploités, découverts par Philippe Thomas, qui appartiennent à l'éocène inférieur, sont : Kalaat-es-Snam et Kalaat Djerda au N. E. de Tébessa (*Constantine*) et dans l'éocène moyen (d'après M. Pervinquière), les nombreux gisements de la concession de Gafsa (Dj. Seldja, Redeyef, Aïn Moulares, Zebbeus, etc.). Ils constituent une richesse considérable pour la Régence (voir Pervinquière, *Étud. géol. Tunisie centr.* 1903. 175).

Il existe aussi un grand nombre d'autres gisements du même niveau dans la Tunisie centrale et méridionale, mais trop pauvres pour pouvoir être exploités.

Les couches phosphatées consistent en calcaires alternant avec des marnes brunes, souvent feuilletées et gypsifères. Les calcaires prédominent et sont les plus riches en anhydride phosphorique. Dans les marnes abondent les débris fossiles (ossements, dents, écailles, petits coprolithes) ; on y trouve des couches irrégulières riches en nodules à surface lisse, couverts d'une patine noire et luisante. Les plus gros atteignent la grosseur d'un melon ; ils sont calcaires à l'intérieur et phosphatés (5 à 6 °/₀) à leur périphérie. Les petits titrent jusqu'à 70 °/₀ de phosphate. A l'inverse des calcaires, les marnes ne sont pas glauconieuses, mais renferment des veinules de gypse et des rognons de célestite ou de barytine.

Les calcaires phosphatés sont d'un gris jaune clair ou brun verdâtre, ils sont légers et friables, les grains phosphatés sont petits, accompagnés de grains de quartz, d'opale et de débris organiques phosphatés.

ODONTOLITE

Sous le nom d'*odontolite*, de *turquoise occidentale* ou de *nouvelle roche* (par opposition à la turquoise véritable ou d'ancienne roche), on désigne depuis longtemps des ossements fossiles, colorés en bleu par du phosphate de fer.

Diagnostic. L'odontolite se distingue facilement de la turquoise véritable par ce que sa couleur pâlit plus vite à la lumière artificielle : sa densité est plus élevée ; elle est facilement attaquable par les agents chimiques. Sa solution, *avec effervescence*, dans un acide ne se colore pas en bleu par addition d'ammoniaque, par suite de l'absence de cuivre. Enfin l'examen microscopique décèle la véritable nature de la substance, car la structure histologique osseuse est conservée.

Composition chimique. M. Ad. Carnot a fait voir (*A. M.* VIII. 326. 1895) que la composition chimique originelle de l'os a été profondément modifiée ; une partie du phosphate tricalcique a disparu et a été remplacée par des phosphates d'aluminium et de fer. Il y a eu en outre fixation de fluor ; la proportion du fluorure de calcium ne dépasse pas, dans les dents des animaux vivants, 0,50 °/₀, alors qu'elle peut atteindre 6 ou 7 °/₀ dans les dents fossiles [1]. Cette composition chimique est d'ailleurs assez variable suivant les gisements.

1. M. Carnot a montré (*A. M.* I. 185.1893) que cette fixation du fluor est caractéristique des os fossiles (voir page 567).

L'analyse suivante a été faite sur une odontolite de la collection de l'École des Mines, dont la provenance n'est pas indiquée, mais qui vient certainement du Gers : elle montre que ce produit peut être considéré comme une colophanite alumineuse fluorée.

P^2O^5	41,27
Al^2O^3	17,71
Fe^2O^3	5,80
CaO	24,72
MgO	0,99
CO^2	5,60
Fl	3,45
Argile	0,18
Perte au feu	1,20
	100,92

La densité de l'odontolite de Simorre est de 3,05 à 3,1 ; son indice de réfraction (Na) est de 1,63. La densité de l'ivoire vivant est de 1,95 (structure poreuse) et son indice de 1,52 ; la fossilisation change donc considérablement ses propriétés.

Bassin d'Aquitaine. — *Gers.* Les ossements fossiles et notamment les dents du *Mastodon angustidens*, de l'helvétien du Gers, prennent parfois une coloration bleue, qui les a fait depuis longtemps rechercher pour la bijouterie. Les gisements les plus connus sont ceux de Simorre et de ses environs (Laymont, Baillabatz), de Lombez, des environs d'Auch (Gimont, Crastes).

Au commencement du XVIIIe siècle, Réaumur a montré la véritable nature de cette soi-disant turquoise (*Hist. Acad. Sciences*, 1718. 174) et décrit les précautions prises de son temps pour dessécher ce produit et aviver sa couleur bleue par un chauffage (de 2 à 5 heures) dans une sorte de four à réverbère. La coloration ainsi obtenue est fort inégale et disparaît même, quand le chauffage a été poussé à une température trop élevée.

Les nombreux échantillons que j'ai examinés ont une structure anatomique remarquablement conservée.

Tarn. Dans son livre sur les Antiquités et raretés des environs de Castres, Borel signale un gisement analogue à Vénès, près Castres.

Dordogne. Je dois à M. Vasseur d'intéressants fragments d'odontolite d'un beau bleu, qu'il a trouvés dans les conglomérats calcaires sannoi-

siens (horizon du calcaire de Castillon), dans les fossés de la route d'Eymet, à Lauzun (descente conduisant à la tourbière de Sainte-Marthe et à 300 mètres de celle-ci) ; les ossements transformés appartiennent surtout à des tortues.

Algérie. — *Oran*. M. Pallary m'a signalé la découverte de fragments d'odontolite dans plusieurs gisements préhistoriques :Oran, Bougie et dans un foyer à Arzew (ossements d'éléphants) ; les échantillons en question ont subi l'action du feu.

QUERCYITE

On a vu plus haut qu'une petite portion seulement des phosphorites des gisements français est constituée par de la colophanite ou par de la dahllite pures. Le type le plus fréquent, dont des exemples caractéristiques peuvent être choisis dans les gisements du Quercy décrits plus loin, ont une structure plus complexe, que j'ai cherché récemment à mettre en lumière (*C. R.* CL. 1213 et 1388. 1910).

Il est constitué par un mélange en proportion variable de colophanite amorphe et d'un minéral fibreux optiquement négatif [*dahllite* et plus souvent (*staffélite*)] ; ce mélange est si intime qu'il est impossible d'en séparer mécaniquement les composants. Les couches ainsi constituées, alternent parfois avec d'autres, dans lesquelles le minéral fibreux est optiquement positif et plus biréfringent. Enfin, certaines couches sont uniquement constituées par de la colophanite. Ces variations expliquent pourquoi la densité et l'indice moyen de réfraction varient presque avec chaque échantillon.

Cependant les différences de composition chimique sont peu considérables, ainsi qu'en témoignent les analyses suivantes faites par M. Pisani, et que j'ai publiées dans le mémoire précité.

a et *b*) Mouillac (*Tarn-et-Garonne*).

c) Castillo de Belmez, province de Cordoue [*Espagne*].

	a	*b*	*c*
P^2O^5	37,60	36,60	37,75
CaO	51,85	50,45	52,50
F	1,50	0,83	»
CO^2	4,00	4,62	5,70
H^2O	4,80	6,00	3,20
$Fe^2O^3 + Al^2O^3$	»	1,30	0,85 [1]
	99,75	99,80	100,00

1. Y compris un peu de fluor.

Cette association intime du produit amorphe et des minéraux cris-

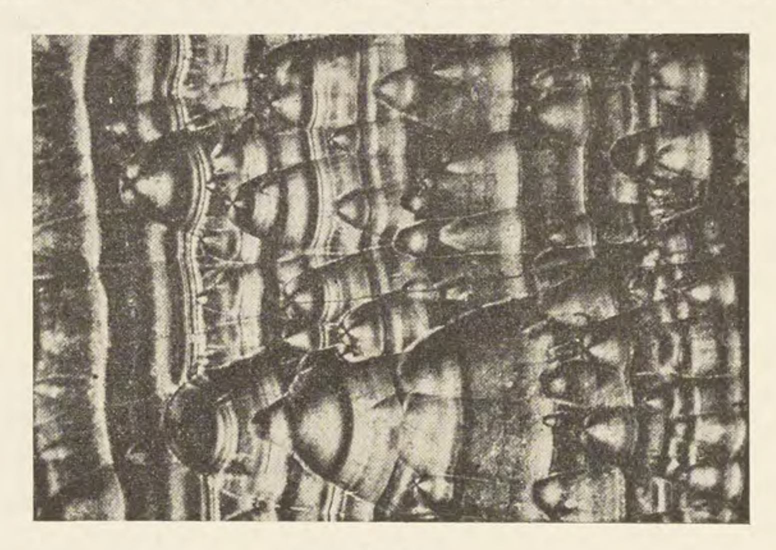


Fig. 1.
Quercyite en sphérolites coniques.
(*Lumière polarisée parallèle. Grossissement de 35 diamètres.*)

tallisés est tout à fait comparable à celle des fibres de quartzine ou de

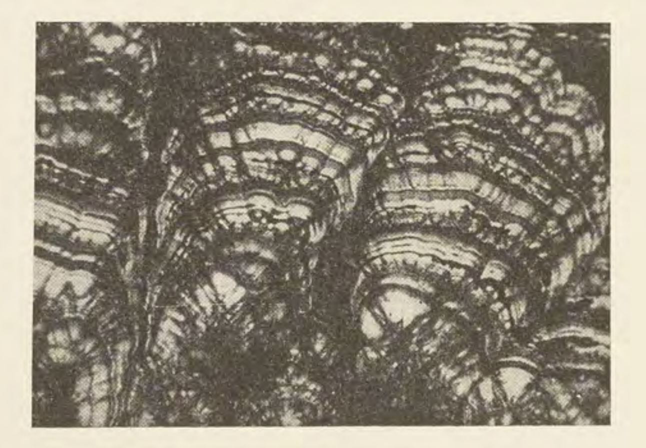


Fig. 2.
Alternance de zones très éclairées de quercyite β et de zones sombres de quercyite α. Caylus. (*Lumière polarisée parallèle, grossissement de 35 diamètres.*)

calcédonite et d'opale dans la calcédoine. J'emploie le terme de *quer-*

cyite pour désigner ce type spécial de phosphorite : *quercyite* α, dans le cas où le produit cristallin est optiquement négatif (uniaxe ou à axes très rapprochés) (analyse *a*) et *quercyite* β, quand existe en outre le minéral optiquement positif (uniaxe ou à axe optique très rapproché) (analyse *b*) ; celui-ci n'a pu être assimilé à aucune espèce connue, mais les analyses données plus haut montrent qu'il ne peut avoir qu'une composition très voisine de celle des minéraux optiquement négatifs.

La densité de l'échantillon analysé en *a* varie de 2,83 à 2,87 ; son indice médian est de 1,608. A elles seules, ces valeurs permettent immédiatement de distinguer les quercyites de la dahllite ou de la francolite (*staffélite*) et a fortiori de l'apatite.

Diagnostic. Les fibres de quercyite n'ont pas l'individualité de celles de stafellite ou de dahllite : les sphérolites ou les croûtes qu'ils constituent ont l'aspect caractéristique montré par les figures 1 et 2 : ils ne se terminent jamais par des pointements libres dans des cavités.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Dans les poches à phosphorites.

Quercy. — *Lot. Tarn-et-Garonne. Aveyron.* Les poches à phosphorites du Quercy sont célèbres, depuis la découverte des premières d'entre elles à Cos près Caylus (1865), grâce aux admirables trouvailles paléontologiques qui y ont été faites. Après une période d'exploitation très active, la plupart des gisements sont actuellement épuisés.

La bibliographie concernant cette question est très touffue. M. Thevenin l'a donnée aussi complète que possible dans un mémoire (*B. C. F.* XIV. 461.1903), où il a décrit la distribution géologique et l'origine de ces curieux gisements.

Ces poches se trouvent toutes dans les calcaires compacts fissurés (bajocien, bathonien calcaires sublithographiques) et encore lias inférieur) ; elles se trouvent toujours au voisinage des affleurements de lambeaux tertiaires. Elles ont des dimensions très variées ; il en est de 35 mètres de large, d'autres (Pindaré) peuvent être suivies sur plus de 100 mètres, avec une largeur de 3 à 6 mètres. Les cavités à phosphorites ne constituent qu'exceptionnellement des fentes à parois verticales et sensiblement parallèles ; le plus souvent, ce sont des poches irrégulières, fermées par le bas, renfermant souvent des ramifications latérales, s'étranglant ou s'élargissant par places. Ces ramifications

sont parfois de véritables boyaux, s'ouvrant dans de grandes cavités voisines. Le remplissage de ces cavités est formé par une terre rouge, semblable à celle résultant de la décalcification des calcaires : les grains de limonite y abondent. Quelquefois cette argile est sableuse et contient des cailloux roulés de quartz, de calcaire. On observe aussi dans ces cavités des brèches, formées de débris anguleux du calcaire des parois, réunis par de l'argile et des grains de limonite, avec fréquent durcissement par de la calcite secondaire ; c'est souvent dans de semblables brèches qu'abondent les ossements fossiles.



Fig. 3.
Section polie d'un nodule de quercyite à texture agatoïde. Mouillac. (*Photographie un peu réduite.*)

Les phosphorites (*dahllite*, *quercyites* ou *colophanite*) forment dans l'argile des rognons concrétionnés, à structure souvent étrangement mamelonnée et contournée (fig. 3, page 496 ; fig. 2 et 3, pages 557), dont la surface est parfois très brillante. Elle constitue aussi des revê-

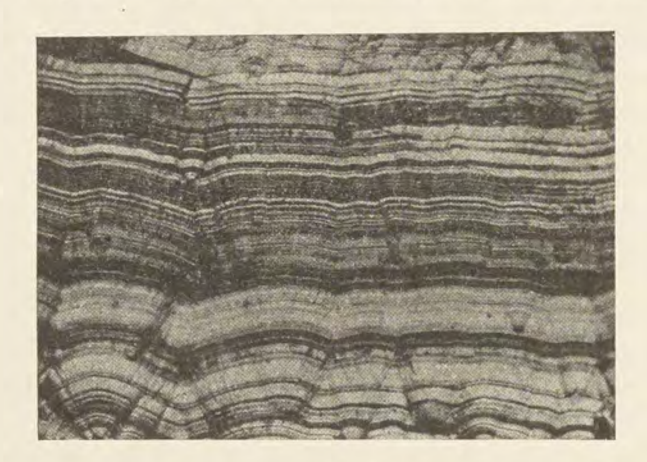


Fig. 4.
Lame mince d'une alternance de quercyite α et de quercyite β.
(*Lumière polarisée parallèle. Grossissement de 35 diamètres.*)

tements concrétionnés sur la surface des parois calcaires et remplit leurs fentes de ses veinules. Il existe aussi des stalagmites, rappelant par leur apparence, celles constituées par la calcite dans les grottes calcaires ; ces stalagmites se trouvent dans les parties les plus basses des cavités ; les stalactites sont en général absentes. Exceptionnellement (Lamandisse), les phosphorites forment des veinules dans le calcaire lui-même. La forme de ces concrétions est indépendante de leur constitution intime et il est fort possible que dans tous les cas, elles aient commencé à se concrétionner sous forme amorphe (colophanite), puis qu'elles aient pris ensuite peu à peu une structure cristalline, à la façon des nodules d'opale qui, avec le temps, se transforment en divers produits cristallisés.

La texture de ces concrétions de quercyite est toujours la même ; elle est généralement à la fois zonée et fibreuse (fig. 3 et 4). Les colorations sont variées : blanches, jaunes, brunes ou verdâtres ; ces diverses teintes s'associent parfois dans des zones successives. L'aspect est tantôt celui de l'opale commune, tantôt celui de l'agate. Exceptionnellement (Mouillac), il existe des variétés translucides ressemblant à de la gomme, dont la couleur varie du jaune clair au brun noir. Des dendrites manganésifères sont fréquentes dans les fissures ou dans la masse ; elles donnent parfois au minéral une coloration bleuâtre.

Il existe aussi des rognons blancs ou jaunâtres, à structure crayeuse disséminés dans l'argile rougeâtre, qui renferme toujours une quantité plus ou moins grande de phosphate mal individualisé au point de vue minéralogique.

Des théories nombreuses ont été proposées pour expliquer la genèse des gisements de phosphorites. L'on a tout d'abord fait intervenir des phénomènes filoniens hydrothermaux [Combes (*Assoc. fr. Avanc. Sc.* 1872. 482) ; Daubrée (*C. R.* LXXIII. 1028. 1871 et *Ass. Fr. Avanc. Sc.* 1878-544) ; Trutat (*C. R.* LXXIII. 1363. 1871) etc.] ; puis est venue la théorie de Dieulafait, faisant appel à l'action d'eau lagunaire, qui, en corrodant les calcaires du Causse, lui aurait enlevé son phosphate tribasique (*A. C. P.* V. 204. 1885).

L'opinion qui, aujourd'hui, paraît la plus vraisemblable parallélise le mode de formation des phosphorites avec celui de la limonite sidérolitique (Tome III, p. 391). Au cours de la longue période d'émersion du début du tertiaire, les calcaires du Causse se sont creusés de cavernes, de gouffres, qui ont été remplis par ruissellement pendant

l'éocène et l'oligocène, grâce à un mécanisme analogue à celui que l'on voit aujourd'hui en œuvre dans les cavernes. Les argiles de décalcification des calcaires se sont concentrées ainsi dans ces cavités. Les dépouilles des animaux y ont été entraînées par les eaux ; comme dans les cavernes, les cadavres des animaux, qui y ont vécu, ont fourni des phosphates par le mécanisme étudié page 493 au sujet de la brushite.

Ces phosphates solubles ont attaqué les parois calcaires et sont venus s'ajouter au phosphate de calcium contenu dans les argiles de décalcification et provenant originellement des calcaires[1]. Les eaux chargées d'anhydride carbonique ont remis tous ces phosphates en mouvement et déterminé leur concrétionnement, leur cristallisation au milieu d'argiles ou contre les parois, remplissant quelquefois des vides laissés dans l'argile par la disparition des organes mous de quelques animaux (moulages en phosphorite de reptiles signalés jadis par Filhol). L'importance du rôle joué par l'anhydride carbonique est mise en évidence par la démonstration que j'ai donnée plus haut de son existence comme élément essentiel de tous les phosphates de ces gisements.

Les pseudomorphoses décrites page 496 montrent que dans beaucoup de cas, le phosphate bi-calcique s'est formé dans ces divers gisements, constituant un minéral transitoire.

Je renvoie au mémoire de M. Thevenin pour la bibliographie et pour les arguments paléontologiques que l'on peut invoquer à l'appui de cette théorie.

Les gisements de phosphorite du Quercy sont limités à la portion des départements du *Lot* et du *Tarn-et-Garonne*, limitrophes de l'*Aveyron* ; un petit nombre de gisements se trouvent dans ce dernier département au voisinage des précédents. Les principaux sont les suivants ; leurs produits ne se distinguent guère les uns des autres : la quercyite α y domine ; j'indiquerai ci-contre ceux dans lesquels j'ai trouvé en outre la quercyite β ; j'ai signalé page 557 et 564 les gisements, dans lesquels j'ai observé la colophanite et la dahllite concrétionnées.

Lot. Environs de Cajarc (Paillès, Saint-Néboule, Sabin, Nougayrac, Memercin, Saint-Martin-la-Bouval, Larnagot, Prajous, Cregols), de

1. A Reilhac, le calcaire du Causse renferme 0.26 °/₀₀ de P^2O^5 et 0,86 de Fe^2O^3. A Padirac, le calcaire de l'orifice du gouffre contient 0,42 °/₀₀ de P^2O^5, l'argile résultant de sa décalcification prise à sa surface en renferme 1 gr. 4, alors qu'au fond de la grotte, loin des parois, elle contient 3 gr. 9 et 5 gr. 1 au contact du calcaire (*in* Thevenin).

Limogne (Concots, Saint-Jean-de-Laurs, Puyjourdès, Coinac, Escamp, Cénevières, Bach, Promilhanès, Beauregard).

Tarn-et-Garonne. Environs de Caylus [Aubrelong, Mouillac (avec quercyite β et dahllite), Perinette, Pendaré, Cos, Guillaumet) ; Saint-Antonin (Raynal, Tabarly, forêt de Breton].

Aveyron. Villeneuve, La Rouquette, au sud de Villefranche-de Rouergue[1].

Cévennes. — *Gard.* Les gisements de phosphorites de ce département sont comparables aux précédents : la quercyite y prédomine. Il y a lieu de signaler en particulier les suivants. Au château du Plantat à Quissac, les poches sont creusées dans les calcaires jurassiques (oxfordiens) et leur remplissage date de l'éocène ou de l'oligocène. Sur le plateau d'Uzès en face d'Avignon, à Pouzilhac (Monticaud), Tavel, Saint-Maximin, la Capelle, elles contiennent une faune intermédiaire entre le pliocène et le quaternaire.

J'ai étudié de nombreux échantillons de ces exploitations aujourd'hui abandonnées ; il y a lieu de signaler à Tavel des agrégats botroydes formés par des globules de la grosseur d'une cerise à surface rugueuse et de couleur noire : ils permettent d'étudier les propriétés de la *quercyite*. M. G. Carrière m'a communiqué en outre de gros rhomboèdres aigus de calcite épigénisés par de la quercyite fibreuse.

Hérault. Des gisements de phosphorite, fournissant des produits semblables à ceux du Quercy, ont été exploités dans des poches du calcaire jurassique de la grotte de Cette et entre Frontignan et la montagne de la Gardiole (Wickersheim, *A. M.* XVI. 283. 1879), ainsi qu'à Bouzigues ; à environ 1 km. de cette localité, la grotte de Loupian creusée dans le calcaire bleuâtre de l'oxfordien, a fourni des amas d'ossements de chauve-souris, dont les cerveaux sont parfois transformés en phosphate. Je dois à M. Braly de beaux échantillons de quercyite fibreuse, concrétionnée sur le calcaire provenant de ce gisement.

De même, on a rencontré de la quercyite concrétionnée dans des grottes à brèches osseuses des environs de Montpellier (Bourgade,

1. Dans ce département, à Bozouls, on a signalé, non plus dans le calcaire, mais dans un tuf basaltique une phosphorite en rognons concrétionnés avec des ramifications saillantes et souvent très grêles, s'enfonçant de toutes parts dans la roche éruptive ; je n'ai pas eu en mains d'échantillon de ce gisement.

Bois-de-l'Hôpital) et de divers autres points du département ; j'en dois de bons échantillons à M. Delage.

Algérie. — Des phosphorites identiques à celles du Quercy comme aspect et comme structure se rencontrent assez abondamment dans le département d'*Oran* et dans un gisement de celui de *Constantine* : elles sont constituées d'ordinaire par de la quercyite et parfois par de la colophanite. M. Ad. Carnot a publié les analyses partielles suivantes de quelques-uns des gisements qui vont être énumérés : il semble en résulter que la dahllite doit en constituer l'élément cristallin.

	P^2O^5	Fl.
Djebel Toumaï..........	37,48	0,10
—	36,90	tr.
—	29,93	0,06
Inkermann..............	38,59	0,05
Retaïma................	40,66	0,08

Oran. Les fissures sont creusées dans les calcaires jurassiques ou miocènes du nord du département : Oran ; la Djiddiouïa ; El-Bordj ; Kalâa ; Aïn Kebira, à 10 km. Sud-Est de Nedroma (dans le lias) ; Djebel Kebir, à 10 km. Nord de Lalla-Marnia ; Rio Salado, à 6 km. du village (dans le lias) ; Djebel Touïla ; Djebel Toumaï, à 18 km. Sud-Est de Nemours (dans oxfordien ?) ; Djebel Sidi Sefeane ; Djebel Sfian, à 24 km. Nord-Est de Nemours (dans le lias) ; Djebel Tadjerah ; Djebel Zardeb, etc. Ces phosphates sont parfois surmontés par des brèches osseuses, vertébrés pliocènes, renfermant quelquefois (Toumaï, des hélix actuels ; ils ont été exploités sans grand succès. [Pallary (*Ass. fr. Avanc. Sc.* 1894) et Dion (*Bull. Soc. pharm. Bordeaux*, 1897).]

Constantine. Oum-el-Boaghi, à 20 km. O. d'Aïn-Beida (dans l'urgo-aptien).

PLUMBOGUMMITE

Hexagonale ?

Facies. La plumbogummite se présente sous la forme de masses concrétionnées, globuleuses ou botroydes, à structure testacée (fig. 1), dont chaque couche est fibreuse : plus rarement on la trouve en petits cristaux aciculaires (fig. 2 et 3).

Dureté. 4 à 5.

Densité. 4, à 4, 9. 4,88 (Nuissière. Dufrénoy).

Coloration et éclat. Jaune d'or, brun rouge, jaune verdâtre ou bleuâtre.

Éclat gras et résineux. Poussière incolore. Transparente ou translucide.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$).

Pléochroïsme. Il existe un faible pléochroïsme dans les teintes jaunes, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. M. Hartley a montré (*Min. Magaz.* XII. 230. 1900) l'analogie de composition chimique existant entre la *hitchcockite* de la Géorgie et celle du Cumberland pour laquelle il a proposé la formule $2PbCO^3$. $Pb^3(PO^4)^2+6\,[AlPO^4.\ 2Al(OH)^3.H^2O]$ ou $5PbO\,9Al^2O^3\,4P^2O^5\,2CO^2 + 24H^2O$, correspondant à la composition *a*.

Il a publié en outre les analyses *b* et *c* d'une plumbogummite d'un brun foncé de Huelgoat et il a cherché à montrer que celle-ci n'est qu'un mélange de hitchcockite et de pyromorphite. Il reconnaît d'ailleurs que les résultats du calcul sont peu satisfaisants [1]. On verra plus loin que des mélanges de ce genre existent à Huelgoat. Je ne sais si c'est un de ceux-là qu'a analysé le savant anglais, mais il me semble difficile d'admettre l'hétérogénéité de la plumbogummite du Huelgoat, dont les magnifiques échantillons translucides ne montrent pas trace d'impuretés à l'examen microscopique. Il semble donc que la plumbogummite diffère de la hitchcockite, notamment par sa teneur en eau. M. Hartley a en tous cas le mérite d'avoir le premier montré l'existence de l'anhydride carbonique dans ce minéral, qui renferme en outre parfois une petite quantité de matière organique

1. En déduisant les proportions de pyromorphite correspondant au chlore, le sulfate de plomb correspondant à l'acide sulfurique, l'eau perdue à 100°C. et en ramenant à 100°, les analyses *b* et *c* conduisent aux résultats suivants :

	b	*c*
P^2O^5	20,51	21,22
Al^2O^3	23,48	24,49
PbO	38,80	36,43
CO^2	5,66	5,44
H^2O	11,55	12,42
	100,00	100,00

viciant un peu les teneurs en anhydride carbonique et en eau des analyses *b* et *c*.

	a	*b*	*c*
P^2O^5	18,20	18,37	19,14
Al^2O^3	29,41	19,04	20,98
PbO	35,73	43,24	38,91
CO_2	2,82	4,59	4,66
H^2O au-dessus de 100°	13,84	9,37	10,64
H^2O à 100°	»	5,13	4,80
Cl	»	0,29	0,16
SO^3	»	»	0,96
	100,00	100,03	100,25

Je donne ci-contre comme documents les analyses successives faites sur la plumbogummite française par les auteurs, dont les travaux vont être rappelés plus loin.

a) de Huelgoat par Berzélius, *b*) par Damour; *c*) de la Nuissière par Dufrénoy.

	a	*b*	*c*
P^2O^5	»	8,06	1,89
Al^2O^3	37,00	34,32	34,23
PbO	40,14	35,10	43,42
CaO	1,80	0,80	»
Fe^2O^3		0,20	»
H^2O	18,80	18,70	16,13
$PbCl^2$	»	2,27	»
SO^3	0,20	0,30	»
SiO^2	0,60	»	2,11
	98,54	99,75	97,78

Essais pyrognostiques. Dans le tube, décrépite et donne de l'eau. Quelques variétés noircissent quand on les chauffe, par suite de l'existence d'une petite quantité de matière organique. Au chalumeau, gonfle, colore la flamme en bleuâtre, mais ne fond pas. Sur le charbon, donne un globule de plomb ; avec la solution de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine.

Difficilement attaquée par l'acide azotique.

Diagnostic. La plumbogummite ressemble à la calcédoine, mais avec un éclat plus gras et une réfringence beaucoup plus élevée ; les réactions pyrognostiques rendent facile le diagnostic d'avec ce minéral. Elle se distingue aisément de la pyromorphite, qui l'accompagne, par son infusibilité et le signe positif de ses fibres, sa résistance aux acides, l'absence des réactions du chlore et l'existence de celle de l'aluminium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Bretagne. — *Finistère.* La plumbogummite a été découverte dans les mines de Huelgoat et pour la première fois décrite par Romé-de-l'Isle (Demeste, *Lettres minéral.*, II, 399, 1779 et *Cristallogr.* III, 399. 1783) sous le nom de *plomb rouge en stalactites, tantôt en globules.* Gillet de Laumont l'a retrouvée et en a donné une description (*J. P.* XXVIII. 385. 1786) sous le nom de *sel acide phosphorique martial*, plus tard changé par lui en celui de *plomb gomme*, quand Berzélius en eût publié une première analyse (*Schweig. J.* XXVII. 65. 1809), qui lui fit considérer ce minéral comme un hydroaluminate de plomb.



Fig. 1.
Plumbogummite concrétionnée, testacée, de Huelgoat.
(*Photographie à peu près grandeur naturelle.*)

En 1840, M. Damour montra (*A. M.* XVII. 191. 1840) que l'analyse de Berzélius était inexacte, le minéral renfermant de l'anhydride phosphorique qui, dans l'analyse du savant suédois, avait été précipité avec l'alumine et le plomb.

La collection du Muséum possède une série d'échantillons de plumbogummite de Huelgoat se présentant avec des aspects variés : ils comprennent, entre autres, les types de Romé de l'Isle et de Gillet de Laumont. M. Damour a bien voulu en outre me donner quelques-uns des morceaux qu'il a examinés.

La plumbogummite de Huelgoat se présente sous des aspects variés. On la trouve en masses concrétionnées à structure testacée et fibreuse rappelant la calcédoine (fig. 1), mais avec un aspect plus résineux et plus brillant ; sa couleur varie du jaune d'or au brun rouge. Elle forme aussi des gouttelettes et des enduits généralement implantés sur de la marcasite, sur de la cérusite ; ils ne doivent pas être confondus avec les champignons de pyromorphite fibreuse

décrits page 399. L'association fréquente de la plumbogummite et de la marcasite rend souvent difficile la conservation de ces échantillons.

En outre des échantillons concrétionnés, qui viennent d'être décrits et qui constituent la véritable plumbogummite, il existe à Huelgoat de très nombreux mélanges de ce minéral et de pyromorphite, qui ont été une source de confusion considérable dans la connaissance de ce minéral, beaucoup d'auteurs et en particulier Damour ayant considéré comme des variations de composition chimique ce qui n'est qu'un mélange mécanique des deux substances. Voici l'analyse de trois de ces mélanges, *a* et *b* par M. Damour et *c* par M. Hartley (*op. cit*).

	a	*b*	*c*
Pb^2O^5..........	12,05	15,18	16,81
PbO	62,15	70,85	68,62
Al^2O^3..........	11,05	2,88	2,78
$PbCl^2$..........	8,24	9,18	9,11
SO^3............	0,25	0,40	»
CO^2............	»	»	0,44
H^2O	6,18	1,24	1,96
	99,92	99,73	99,72

J'ai eu entre les mains les échantillons analysés par M. Damour ; ce sont de véritables pseudomorphoses incomplètes de pyromorphite en

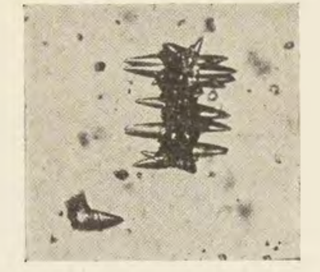



Fig. 2.
Cristaux aciculaires de plumbogummite implantés perpendiculairement sur un prisme de pyromorphite de Huelgoat. (*Grossissement de trois diamètres.*)

plumbogummite. La pyromorphite appartient à la variété coralloïde brune, elle est devenue blanche et quand on l'examine au microscope, on constate que ses aiguilles sont recouvertes par de petits cristaux aciculaires de plumbogummite (à allongement positif) implantés perpendiculairement à leur axe et simulant avec celui-ci les dents d'un peigne (fig. 2.)

Les échantillons de ce genre sont toujours associés à de la marcasite décomposée, qui explique la petite quantité d'acide sulfurique et de fer des analyses précitées.

Plateau Central. — *Rhône.* La plumbogummite a été trouvée en petite quantité à la mine de la Nuissière en Chenelette et décrite par Dufrénoy (*A. M.* VIII. 243. 1835) ; elle s'y présente avec un aspect différent de celui du minéral de Huelgoat ; elle constitue de très petits mamelons à éclat fort vif, d'une couleur verte très pâle, ils sont parfois presque incolores. J'en ai recueilli quelques fragments sur les haldes du puits aujourd'hui comblé.

D'autre part, j'ai trouvé dans la mine de Montchonay en les Ardillats, des enduits concrétionnés d'un beau bleu lavande, à struc-

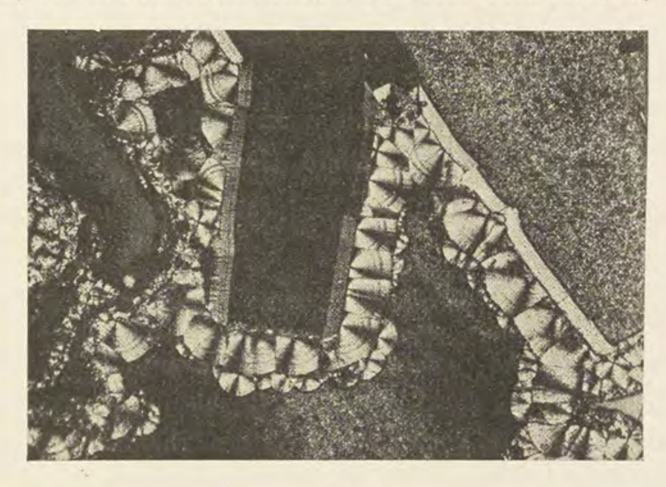


Fig. 3.
Sphérolites de plumbogummite sur pyromorphite.
(*Lumière polarisée parallèle ; grossissement de 30 diamètres.*)

ture concrétionnée, identiques comme aspect et comme structure microscopique, au minéral de Roughton Gill et de Red Gill, dans le Cumberland, dont M. Hartley a montré l'identité avec la hitchcockite ; comme dans ces gisements, ils sont quelquefois associés à de la pyromorphite ou à de la campylite qu'ils recouvrent (fig. 4). Ce minéral est fréquemment tacheté de psilomélane noire : c'est de lui dont il est question page 528.

Isère. Drian a signalé (*Minér. et pétr. env. Lyon.* 330. 1849) la plumbogummite dans le filon quartzeux de la Poype, près Vienne ; elle y formait, d'après lui, des grains ou mamelons d'un blanc jaunâtre ou

jaunes, d'aspect gélatineux ; je n'ai pas vu ce minéral parmi les nombreux échantillons de ce gisement que j'ai examinés.

GROUPE DE LA SVANBERGITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, qui sont rhomboédriques et isomorphes.

Svanbergite	$AlPO^4$. (Sr,Ca) SO^4. $Al^2(OH)^6$.
* *Corkite*	$FePO^4$. $PbSO^4$. $Fe^2(OH)^6$.
Beudantite	$FeAsO^4$. $PbSO^4$. $Fe^2(OH)^6$.

SVANBERGITE

$AlPO^4$.(Sr,Ca) SO^4.$Al^2(OH)^6$.

Rhomboédrique : $pp = 90°35'$.

Angle plan de $p = 90°34'$

[$a : c = 1 : 1,2063$ (Dauber) [1].]

Formes observées : a^1 (0001) ; p (10$\bar{1}$1) ; e^3 (40$\bar{4}$1), $e^{11/4}$ (50$\bar{5}$1), e^1 (02$\bar{2}$1).

a^1p	125°41'	pp	90°35'
a^1e^3	100°11'	e^3e^3	63° 3'
$a^1e^{11/4}$	99°10'	$e^{11/4}\,e^{11/4}$	61°59'
a^1e^1	109°45'	e^1e^1	70°48'

Formes et facies. La svanbergite ne se trouve qu'en cristaux entrant dans la constitution de roches ; ce sont des rhomboèdres, à aspect cubique quand p prédomine, ou des grains irréguliers.

Clivages. Clivage parfait suivant a^1 (0001).

Dureté. 5.

Densité. 2,99 à 3,30 ; 3,14 (Chizeuil).

Coloration et éclat. Jaune de miel, rose, brun rouge. Poussière incolore ou rougeâtre. Translucide.

Éclat vitreux à adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$). La biréfringence est voisine de celle du quartz. Les indices de réfraction mesurés par la méthode de l'immersion sont compris entre 1,65 à 1,64.

Composition chimique. La formule déduite d'une analyse de Bloms-

1. M. Seligmann a déduit $c = 1,2389$ de la mesure de $e^3e^3 = 117°6'$, d'où $pp = 89°34'$, mais la mesure directe lui a fourni 90°47.

trand est $3CaO\,3Al^2O^3\,P^2O^5 2SO^3 + 6H^2O$; mais M. Prior[1] a montré par des essais qualitatifs (*Miner. Magaz.* XII. 249. 1900) que le minéral renferme peu ou pas de calcium, et beaucoup de strontium. Dès lors, en considérant comme strontiane la chaux indiquée dans l'analyse de Blomstrand, la formule du minéral devient celle donnée plus haut ou : $2SrO\,3Al^2O^3\,P^2O^5\,2SO^3 + 6H^2O$, correspondant à la composition suivante, dans laquelle une partie de la strontiane est sans doute remplacée par de la chaux.

P^2O^5......	15,4
SO^3.......	17,3
Al^2O^3.....	33,1
SrO......	22,5
H^2O......	11,7
	100,0

J'ai purifié un peu de svanbergite de Suède et prié M. de Gramont de l'examiner par son délicat procédé spectroscopique des sels fondus (*B. S. M.* XXI. 94. 1898). Le produit de la fusion avec le carbonate de lithium a fourni, sous l'action de l'étincelle condensée, les raies du strontium suivantes, très brillantes : 4305, 6; 4215,7; 4077, 9; la raie 4607,5 est masquée par la raie 4608 du lithium, mais elle a été mise en évidence dans un autre essai effectué sur la matière fondue avec le carbonate de sodium ; en même temps, la raie 4226,9 du calcium (assez forte) a été constatée. Ces essais confirment donc l'observation de M. Prior; ils ont été répétés avec les mêmes résultats sur le minéral français dont il est question plus loin, qui paraît contenir cependant plus de strontium.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau acide. Très difficilement fusible sur les bords en esquilles minces. Au chalumeau, avec l'azotate de cobalt, donne la coloration bleue de l'alumine.

1. Le même auteur a montré que si l'on admet que $2SO^3$ remplace P^2O^5, on peut représenter par la même formule les deux minéraux suivants, dont les formes sont extrêmement voisines de celles des minéraux de ce groupe.

Hamlinite..... $SrO\ 3Al^2O^3\ 2P^2O^5 + 7H^2O$
Florencite..... $Ce^2O^3\ 3Al^2O^3\ 2P^2O^5 + 6H^2O$

Il y rattache aussi dubitativement la *plumbogummite*, avec la formule $2PbO\ 3Al^2O^3, 2P^2O^5 + 7H^2O$, dans laquelle une certaine quantité de P^2O^5 serait remplacée par CO^2 (voir page 587).

Facilement décomposée par le carbonate de sodium, le produit de la fusion, repris par l'eau, puis additionné d'un peu de chlorure de césium, donne les réactions de l'acide sulfurique et de l'aluminium, sous forme d'octaèdres cristallitiques d'alun de césium ; la solution azotique fournit les réactions du phosphore.

A peine attaquée par les acides.

Diagnostic. Ces réactions pyrognostiques, jointes aux propriétés optiques du clivage facile, sont caractéristiques de la svanbergite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

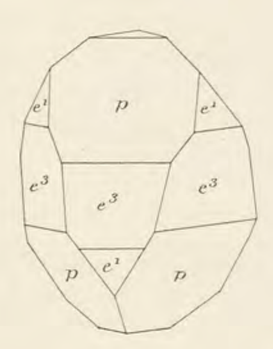
Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai trouvé récemment un nouveau gisement de ce minéral rare, qui n'était connu jusqu'ici que dans deux localités suédoises.

On a vu, page 73, qu'à Chizeuil près Chalmoux, des filons de pyrite sont exploités dans le granite au contact de quartzites (tournaisiens d'après M. Albert Michel-Lévy). A l'extrémité méridionale de l'exploitation, au puits Martin, on a rencontré sur quelques mètres un accident minéralogique constitué par une roche blanche, que M. Castanier a bien voulu me communiquer : l'exploitation l'a malheureusement fait disparaître.

Cette roche a une constitution très complexe et assez variable. Elle est essentiellement formée par des minéraux blancs, associés à de la pyrite, de la covellite. Tantôt ces minéraux constituent seulement le ciment très peu abondant de nombreux petits grains ou cristaux de pyrite (généralement cubes très striés), tantôt au contraire ils prédominent de beaucoup sur le sulfure ; suivant la nature des espèces les plus abondantes, la roche est tendre ou très dure et fort tenace. Les éléments qui la constituent sont les suivants : pyrophyllite en rosettes fibrolamellaires, kaolinite en agrégats de petites lames, diaspore, corindon, incolores, le minéral décrit dans le supplément sous le nom de *chizeuilite*, et enfin plus rarement svanbergite. L'examen microscopique permet d'ajouter à cette composition le rutile. Tous ces éléments sont parfois mélangés, mais il existe aussi des veinules ou des masses, uniquement constituées par un ou plusieurs d'entre eux, rosettes de pyrophyllite, ou bien diaspore en lames empilées et réunies par un peu de kaolinite, etc. ; enfin, il existe des îlots de kaolinite en fines petites lamelles.

La svanbergite, en grains ou en cristaux de 1 à 2 mm. de diamètre, est d'un jaune clair. Elle se rencontre exclusivement dans les parties riches en diaspore et en kaolinite ; elle y est parfois accompagnée de covellite épigénisant de la chalcopyrite ou de la panabase et de gros cristaux ($1/2\, b^2$), très brillants, de pyrite.

J'ai pu extraire, de la kaolinite grenue, une petite quantité de cristaux, qu'ont permis de vérifier les propriétés physiques et chimiques données plus haut. Ces cristaux sont constitués par des rhomboèdres basés.



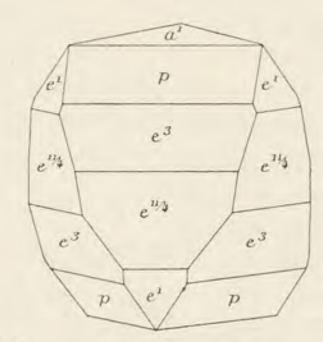


Fig. 1 et 2.
Svanbergite de Chizeuil.

Les formes a^1 (0001), p $(10\bar{1}1)$, e^3 $(40\bar{4}1)$, e^1 $(02\bar{2}1)$ n'ont pu être mesurées qu'approximativement, leurs faces étant encroûtées de kaolinite et la base seule donnant des images nettes ; celle-ci est plus ou moins largement développée (fig. 1 et 2). Il existe aussi parfois un rhomboèdre voisin de e^3, que j'ai noté $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$ sur la figure 2, à cause de sa position et de son existence dans des cristaux de svanbergite de Suède, mais que je n'ai pu mesurer.

La roche remarquable, qui vient d'être décrite, porte la trace d'actions mécaniques, se traduisant par la déformation des cristaux de diaspore et par des plans de glissements, manifestes dans les portions riches en kaolinite. Elle doit sans doute être considérée comme un lambeau sédimentaire exceptionnellement riche en alumine, tombé dans la cavité, aujourd'hui remplie par les filons et métamorphisé par les eaux qui ont rempli celui-ci.

CORKITE — BEUDANTITE

$FePO^4 . PbSO^4 . Fe^2(OH)^6$ — **$FeAsO^4 . PbSO^4 . Fe^2(OH)^6$**

Rhomboédriques : $pp = 91°18'$.

Angle plan de $p = 91°18'$
$[a : c = 1 : 1,1842$ (Dauber)$]$.

Formes et facies. Ces deux minéraux présentent le même aspect et les mêmes propriétés ; ils s'observent uniquement en rhomboèdres aigus, voisins du cube, quelquefois basés et accompagnés d'autres rhomboèdres, peut-être $e^{11/4}$ $(50\bar{5}1)$ et e^1 $(02\bar{2}1)$. $(pa^1 = 126°11')$.

Clivages. Clivage a^1 (0001) parfois facile.

Dureté. 3,5 à 4,5.

Densité. 4 à 4,3.

Coloration et éclat. Vert olive ; jaunes, vertes, brun noir. Poussière gris jaune ou verdâtre. Transparentes seulement en lames minces. Éclat vitreux à résineux.

Propriétés optiques. Optiquement *négatives* ($\mathbf{n}_p$) et assez biréfringentes. Ces minéraux sont rarement uniaxes et dans ce cas, l'uniaxie est le résultat de l'entrecroisement de cristaux biaxes, à axes assez écartés. J'ai observé des cristaux du Laurion, dont la section basique montre un secteur triangulaire, uniaxe, bordé par des plages à deux axes écartés, dans lesquelles le plan des axes est parallèle au côté du triangle central $\mathbf{n}_g > 1,74$.

Pléochroïsme. En lames minces, le minéral est jaune d'or foncé et nettement pléochroïque, avec maximum d'absorption suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. Je donne en *a*) la composition de la corkite : $FePO^4 . PbSO^4 . Fe^2(OH)^6$ ou $3Fe^2O^3$ $2PbO$ $P^2O^5 2SO^3 + 6H^2O$ et en *b*) celle de la beudantite : $FeAsO^4 . PbSO^4 . Fe^2(OH)^6$. Une petite quantité du plomb est parfois remplacée par du cuivre.

	a	*b*
SO^3	12,0	11,2
P^2O^5	10,6	»
As^2O^5	»	16,2
Fe^2O^3	36,0	33,8
PbO	33,3	31,2
H^2O	8,1	7,6
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Au chalumeau, les différents types sont plus ou moins fusibles en un globule scoriacé ; les diverses variétés sont aussi inégalement attaquées par l'acide chlorhydrique ; elles donnent les réactions de As^2O^5 ou de P^2O^5. Il est préférable d'attaquer le minéral par fusion avec le carbonate de sodium.

Diagnostic. La forme et les propriétés optiques sont caractéristiques ; les deux minéraux se distinguent l'un de l'autre par les réactions de l'arsenic ou du phosphore. Les réactions de l'acide sulfurique permettent de différencier la beudantite de la pharmacosidérite, qui est moins biréfringente et ne contient pas de plomb.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* J'ai rencontré dans la collection du Muséum, avec l'indication « fer arséniaté de Blond près Vaulry » un échantillon de quartz filonien, dont les cavités sont localement recouvertes d'un oxyde de fer manganésifère et dont plusieurs renferment quelques cristaux de beudantite, dont la forme est représentée par la figure 1 ; leur surface est jaune verdâtre ; je n'ai pu faire sur eux que des essais qualitatifs ; ils ont montré notamment que ce minéral ne renferme que de l'arsenic ; par suite il s'agit bien d'une beudantite.

Fig. 1. Beudantite de Blond.

La croûte superficielle, examinée au microscope, se montre presque incolore, très biréfringente, et aussi réfringente que la beudantite ; elle est uniaxe, mais optiquement positive. Elle constitue donc un minéral différent, qui reste indéterminé, faute de matière suffisante pour des essais complets.

DESTINÉZITE

$Fe^4H^4S^2P^2O^{19}$

Monoclinique.

Formes et faciès. La destinézite forme des masses en apparence compactes, en réalité constituées par de petites lamelles microscopiques, que M. Cesàro regarde comme possédant des propriétés physiques voisines de celles du gypse ; elles sont aplaties suivant g^1 (010) [$ph^1 = 114°$; $pa^1 = 142°$; $a^1h^1 = 104°$].

Dureté. 3.

Densité. 2, 1.

Coloration et éclat. Blanc verdâtre. Transparente seulement en lames minces. Aspect terne.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1 (010). $\mathbf{n}_p$ fait un angle de 39° avec h^1 dans l'angle obtus ph^1 et $\mathbf{n}_g$ 15° avec p (001). $\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}026$ à 0.030. Les indices sont compris entre 1,66 et 1,64.

Composition chimique. La formule brute donnée plus haut, pouvant s'écrire : $Fe^4O[OH]^2[SO^4H]^2[PO^4]^2$, correspond à la composition *a*) ; *b*), analyse de la destinézite d'Argenteau [*Belgique*] par M. Cesàro (*Mém. Soc. géol. Belgique*, XII. 173. 1885). Ce savant a montré qu'en traitant le minéral par l'eau bouillante, on peut remplacer les deux radicaux acides [SO^4H] de la formule par OH et l'on obtient ainsi la *delvauxite*.

	a	*b*
P^2O^5......	16,9	16,76
SO^3.......	19,1	18,85
Fe^2O^3.....	38,2	37,60
H^2O......	25,8	25,35
Insol......	»	1,40
	100,0	99,96

Essais pyrognostiques et diagnostic. Par calcination, donne beaucoup d'eau et de l'acide sulfurique, en devenant rouge, opaque et terne, mais sans perdre sa forme. Au chalumeau, sur le charbon, le minéral s'émiette, puis fond en une scorie noire et colore la flamme en vert bleuâtre. Soluble dans l'acide chlorhydrique : un fragment de destinézite placé sur le papier bleu tournesol et humecté d'eau donne une réaction acide.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

[**Belgique**]. — La destinézite forme des masses ou des rognons d'un blanc jaunâtre, à cassure terne, dans les schistes ampéliteux d'Argenteau. Décrite par MM. Forir et Jorissen (*Bull. Soc. géol. Belgique*. VII. 117. 1884), elle a fait l'objet du travail de M. Cesàro auquel il vient d'être fait allusion.

Bien que ce minéral ne se trouve pas en France, je le cite ici à cause de ses relations possibles avec le suivant.

DIADOCHITE

Amorphe.

Facies. La diadochite se présente en masses résineuses, parfois stalactiformes.

Dureté. 3. Très fragile.

Densité. 2,03 à 2,22. 2,10 à 2,22 (Peychagnard).

Coloration et éclat. Rouge brun, plus ou moins foncé, devenant blanche et opaque par altération. Poussière blanche. Transparente ou translucide.

Éclat résineux ou vitreux.

Propriétés optiques. Isotrope. $\mathbf{n} = 1{,}606$.

Composition chimique. La composition se rapproche beaucoup de celle de la destinézite, dont elle diffère cependant par une moindre teneur en eau. L'analyse de la diadochite provenant de gisements distincts montre des différences, qui tiennent peut-être à ce que ce produit, non cristallisé, n'a pas une composition rigoureusement constante.

Analyses de la diadochite *a*) de Huelgoat par Berthier (*A.M.* XIII. 669. 1838).

b) rouge de Peychagnard par M. Carnot (*B.S.M.* III. 39. 1880).

c) blanchâtre du même gisement (*id.*)

	a	*b*	*c*
P^2O^5......	17,0	16,70	17,17
As^2O^5.....	»	0,45	»
Sb^2O^3....	0,5	»	»
SO^3......	13,8	13,37	13,65
Fe^2O^3....	38,5	36,63	36,60
CaO......	»	0,30	0,15
MgO......	»	tr.	tr.
H^2O......	30.2	32,43	32,20
Mat. org..	»	tr.	tr.
	100,0	99,88	99,77

Essais pyrognostiques. Comme la *destinézite*. Après calcination, le minéral de Huelgoat ne se dissout plus qu'à l'ébullition dans l'acide chlorhydrique. La diadochite, projetée dans l'eau, se divise en petits fragments anguleux.

Altérations. Placée dans une atmosphère sèche, la diadochite se brise en menus fragments, puis devient opaque en perdant de l'eau. Peut-être est-ce dans un mécanisme de ce genre qu'il faut chercher la

relation pouvant exister entre ce minéral et la destinézite, qui est peut-être un produit de la cristallisation secondaire d'un minéral déposé originellement à l'état amorphe. Dans tous les cas, l'étude des gisements de diadochite décrits plus loin ne permet pas de la considérer comme un produit d'altération de la destinézite.

Diagnostic. La ressemblance avec de la gomme, la fragilité de la diadochite la rapprochent de son équivalent arséniaté, la *pitticite*, dont elle se distingue grâce aux réactions du phosphore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La diadochite est un produit de formation tout à fait récente dans les galeries de mines ; elle résulte de l'action des eaux vitrioliques sur des gangues phosphatées.

Bretagne. — *Finistère.* La mine de Huelgoat a fourni de la diadochite, en masses d'un rouge brun, transparentes ou translucides qui se déposaient jusque sur le boisage des galeries. La collection du Muséum possède un gros bloc très fendillé de ce minéral. Des parties terreuses et opaques paraissent provenir de sa décomposition.

Alpes. — *Isère.* La diadochite a été rencontrée abondamment dans la mine d'anthracite de Peychagnard, près La Mure. M. Ad. Carnot en a décrit deux variétés, l'une transparente et vitreuse, analogue à celle de Huelgoat (analyse *c*), l'autre terreuse, grisâtre ou jaunâtre à aspect crayeux (analyse *d*) : des types intermédiaires sont cireux et opaques. Ces variétés passent les unes aux autres et existent souvent dans un même échantillon ; les analyses données plus haut montrent qu'il y a peu de différence dans leur composition chimique.

Cette diadochite tapissait les parois d'une cavité d'environ 6 mètres sur 8, trouvée dans des travaux abandonnés depuis une centaine d'années ; la température de cette cavité s'élevait à 40°C. par suite du voisinage d'anciens incendies souterrains.

NIOBATES ET TANTALATES

Tous les minéraux de ce groupe sont infusibles et généralement insolubles dans les acides, mais ils sont cependant assez attaqués par l'acide sulfurique pour fournir directement les réactions colorées de Nb^2O^5,Ta^2O^5, et éventuellement TiO^2 ; ces réactions sont parfois troublées par la coexistence de ces divers acides et par celle d'autres corps.

	Nb^2O^5	Ta^2O^5	TiO^2
Naphtol α	vert gris	vert de Scheele	verdâtre, puis violet.
Naphtol β	gomme-gutte	verdâtre	café brûlé.
Brucine	jaune-serin	rose-thé	légèrement rouge.
Résorcine	jaunâtre	améthyste	coul. chair, puis brun rouge.
Morphine	0	0	carmin.

La caractéristique du groupe réside dans ce que le produit de la fusion avec le bisulfate de potassium, traité par l'eau, laisse un résidu blanc de Nb^2O^5 [1] et de Ta^2O^5 (la dissolution de ceux-ci dans HF, additionnée d'un peu de fluorhydrate de fluorure de potassium et concentrée, donne des aiguilles de fluotantalate de potassium s'il existe du tantale, alors que la liqueur décantée précipite en orangé par la teinture de noix de galle s'il existe du niobium).

Les divers minéraux de ce groupe (columbite et tantalite exceptées) étant très analogues par leurs caractères extérieurs, et souvent dépourvus de formes géométriques, leur distinction est pénible. Afin d'éviter les répétitions, je donne ici une marche analytique conduisant par éliminations successives à l'établissement de leur composition chimique qualitative et par suite à leur détermination.

S'il existe du titane, la solution débarrassée par filtration de Ta^2O^5 et Nb^2O^5 (retenant généralement un peu de titane) se colore en jaune par addition de NaO^2 ; TiO^2 est alors précipité par une longue ébullition [2].

La solution filtrée, additionnée d'ammoniaque, laisse déposer tous les métaux intéressants à déterminer, à l'exception du calcium, qui est décelé par l'oxalate d'ammoniaque et des alcalis ; ceux-ci doivent être

1. Ce résidu, traité par le zinc en présence de l'acide sulfurique, donne une coloration d'un bleu intense, persistante, qui est caractéristique du niobium.

2. La solution sulfurique de ce précipité additionnée de NaO^2 précipite par addition de phosphate de sodium, s'il existe ZrO^2.

cherchés dans un essai spécial. Ce précipité (I) est dissous dans HCl (sans excès) et additionné d'acide oxalique, qui précipite Ce,Th,Y,Zr et laisse en dissolution Zr,U,Al et Fe.

Le précipité est lavé et débarrassé de ZrO^2 par un excès d'acide oxalique [1], puis calciné et dissous dans HCl ; sa dissolution, additionnée d'un *excès* de K^2SO^4solide, précipite au bout de quelque temps Ce, Th, additionnés avec l'excès du réactif. La séparation de Ce et Th se fait dans la solution du précipité dans l'eau bouillante additionnée d'un peu de HCl. Une petite quantité de NaO^2 donne un précipité blanc gélatineux (Th) (voir aussi p. 371), alors qu'un excès du même réactif fournit un précipité orangé (Ce). La solution donne avec l'acide oxalique un précipité des terres de l'yttria.

La solution séparée du précipité (I) est alors traitée par un excès de potasse, qui précipite l'urane et le fer. (Ce précipité, additionné d'un excès de carbonate d'ammoniaque, est débarrassé de l'urane, dont la solution *jaune* précipite par l'ébullition.)

Après acidification de la liqueur par HCl, l'alumine est précipitée par le carbonate d'ammoniaque.

GROUPE DU PYROCHLORE

Ce groupe est constitué par des minéraux cubiques, cristallisant sous la forme d'octaèdres réguliers, et ayant une certaine tendance à s'hydrater par altération, ce qui fait baisser leur densité. Leur composition chimique n'est pas établie d'une façon définitive. Ces minéraux sont les suivants :

Pyrochlore.	$x\text{RNb}^2\text{O}^6.\ y\text{R(Ti,Th)O}^3.\ z\text{NaF}$?
Hatchéttolite . . .	$2(\text{UO}^2,\text{Ca,Fe})\ (\text{Nb,Ta})^2\text{O}^6.\ x\ \text{NaF}$?
Microlite.	$\text{R}^2(\text{Ta,Nb})\text{O}^7.\ 2\text{R}(\text{Ta,Nb})^2\text{O}^6.\ 3\text{NaF}$?
Néotantalite. . . .	Microlite ferrifère et manganésifère.

Ces minéraux ne peuvent être distingués les uns des autres que par leurs propriétés chimiques et par leur densité.

1. La solution oxalique de la zircone est évaporée à sec ; le résidu calciné est dissous dans l'acide sulfurique, puis repris par l'eau ; le phosphate de sodium précipite la zircone. La solution chlorhydrique de celle-ci colore en brun le papier de curcuma.

PYROCHLORE

$x\ \mathrm{RNb^2O^6}.\ y\ \mathrm{R(Ti,Th)O^3}.\ z\ \mathrm{NaF}$?

Cubique.

Formes observées. Ne se trouve qu'en cristaux distincts (a^1) ou en grains arrondis.

Clivages. Clivages a^1 (111) peu faciles, ne s'observant que dans les gros cristaux. Cassure conchoïdale.

Dureté. 5 à 5,5. Fragile.

Densité. 4,2 à 4,36.

Coloration et éclat. Brun à noir. Poussière d'un brun clair à jaune. Translucide ; transparent seulement en lames minces, celles-ci permettent de constater que le minéral présente parfois une structure zonaire (jaune d'or et jaune brun).

Éclat vitreux, résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Monoréfringent, très réfringent.

Composition chimique. Le pyrochlore est essentiellement un niobotitanate de calcium, avec cérium, fer, fluorure de sodium, etc.; une partie du titane peut être remplacée par du thorium, une partie du niobium par du tantale : il existe parfois un peu d'uranium ; le minéral est alors radioactif.

Essais pyrognostiques et diagnostic. (Voir page 601.) Difficilement attaqué par l'acide sulfurique, avec dégagement de fluor.

Donne les réactions du calcium et du sodium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le pyrochlore est un minéral des syénites alcalines; je l'ai rencontré dans les deux catégories suivantes de gisements.

1° *Dans les syénites néphéliniques et les pegmatites.*

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Le pyrochlore ne se trouve pas en cristaux macroscopiques dans les syénites néphéliniques de cet archipel, mais je l'ai rencontré en grande abondance comme élément microscopique de celles à barkévicite de l'île de Kassa et de celles à ægyrine de l'île de Rouma; il s'y trouve en assez grande quantité pour qu'il ait été possible de l'isoler et de vérifier ses propriétés chimiques.

Madagascar. — C'est sous la même forme que j'ai rencontré le pyrochlore dans les syénites à barkévicite de la baie d'Ampasindava.

2° *Dans les enclaves homœogènes des phonolites.*

Plateau Central. — *Cantal*. J'ai rencontré le pyrochlore sous la forme d'octaèdres d'un beau jaune d'or en lames minces, dans les enclaves de syénite à sodalite, qui abondent dans la phonolite et les tufs voisins de Brocq en Menet. Il y accompagne de gros cristaux de zircon rouge.

HATCHÉTTOLITE

$2(UO^2,Ca,Fe)(Nb,Ta)^2O^6 . x\,NaF$?

Cubique.

Formes observées. Cristaux octaédriques ou grains dépourvus de formes géométriques.

Dureté. 5. Très fragile. Cassure conchoïdale ou inégale.

Densité. Densité de 4,77 à 4,90, s'abaissant à 3,95 dans la variété riche en eau de Madagascar.

Coloration et éclat. Jaune brun. Translucide.

Éclat résineux très vif.

Composition chimique. La hatchéttolite est essentiellement un tantaloniobate d'uranium, calcium, cérium, etc. Il renferme généralement une quantité d'eau, qui peut devenir très considérable et qui est due à une hydratation secondaire. L'analyse suivante a été faite par M. Urbain sur l'échantillon de Madagascar décrit plus loin ; elle est restée incomplète faute de matière ; les corps y sont indiqués sous la forme qui a servi à les doser.

Nb^2O^5 (dominant) + Ta^2O^5 56,61 ; U^3O^8 14,15 ; GlO 2,37 ; Fe^2O^3 1,13 ; Mn^3O^4 (avec terres rares des groupes cériques et yttriques) 1,46 ; ThO^2 0,96 ; SiO^2 2,31 ; (Pb, Bi, Sn, Cu, dosés en bloc à l'état de sulfures) 1,52 ; (CaO+MgO) 1,64 ; perte à 300°C. 11,51 ; perte au rouge 3,81 = 97,47. Le déficit de l'analyse est sans doute dû en partie à des alcalis, qui n'ont pas été recherchés, le minéral ayant été attaqué par le bisulfate de potassium.

Radioactivité. La radioactivité du minéral de Madagascar comparée à celle de l'oxyde d'urane UO^3 pur est de 0,66.

Altérations. Par altération, s'hydrate en devenant jaune-paille et très fragile.

Essais pyrognostiques et altérations. Comme le pyrochlore, mais avec les réactions de l'urane très nettes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — L'hatchéttolite n'était connue que dans les pegmatites à muscovite du comté de Mitchell, dans la Caroline du Nord. J'ai rapporté (*B.S.M*. XXXI. 246. 1908) à ce minéral un échantillon de la grosseur d'une noix, recueilli avec tourmalines polychromes dans une pegmatite du versant occidental du Mont Bity. Cet échantillon, dont l'analyse partielle est donnée plus haut, diffère essentiellement de l'hatchéttolite originale par sa pauvreté en calcium, par l'existence du glucinium et enfin par la perte très élevée au feu ; celle-ci consiste essentiellement en eau, qui abaisse considérablement la densité, mais n'a pas grande signification, car elle est incontestablement d'origine secondaire.

MICROLITE

$R^2(Ta,Nb)^2O^7 . 2R(Ta,Nb)^2O^6 . 3NaF$?

Cubique.

Formes et facies. Se trouve en octaèdres réguliers, parfois très modifiés par des trapézoèdres, etc.

Dureté. 5,5.

Densité. 5,48 à 6,13.

Coloration et éclat. Jaune pâle à brune ; quelquefois d'un brun rouge. Poussière jaune pâle à brune. Transparente à translucide. Éclat résineux.

Composition chimique. La microlite est de composition très variable ; elle est essentiellement constituée par un tantalate fluorifère de calcium, sodium, etc. renfermant une petite quantité de niobium, d'urane et alors *radioactif*.

Essais pyrognostiques. Comme le pyrochlore, mais avec les réactions du titane en moins et celles du tantale prédominantes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La microlite est un minéral des pegmatites, dans lesquelles elle accompagne le plus souvent d'autres minéraux fluorés et de minéraux contenant des terres ou des acides rares.

Madagascar. — J'ai attribué autrefois (*Nouv. Arch. Muséum*, 1902) au pyrochlore de petits octaèdres réguliers, jaunes d'or, très abondants comme élément microscopique des granites à ægyrine et riebeckite d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava ; ils y accompagnent le zircon. J'ai pu depuis lors isoler une petite quantité du minéral et constater qu'il est dépourvu de titane ; il est donc à rapporter à la microlite.

Des octaèdres brun foncé de 1 à 2 millimètres accompagnent la rhodizite et le triphane dans la pegmatite d'Antandrokomby au sud du Mont Bity (Ibity) ; des essais qualitatifs permettent de les considérer comme constitués par de la microlite.

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les roches à lépidolite du Coudier à Larmont en Saint-Sylvestre, ainsi que celles de la Chèze en Ambazac, etc., renferment des grains globuleux (1 à 2 mm.) d'un minéral brun ou jaune, translucide, à éclat gras, qui est un niobotantalate uranifère, riche en calcium ; il y a lieu sans doute de le rattacher à la microlite. Ce minéral monoréfringent est peu abondant, très fragile ; il n'a pas été possible d'en extraire une quantité suffisante pour une analyse.

NÉOTANTALITE

Cubique.

Formes observées. Petits octaèdres réguliers, à faces planes et brillantes, avec facettes de trapézoèdres.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 5,196.

Coloration et éclat. Jaune paille, les cristaux sont souvent zonés avec un centre noir ; lorsqu'ils atteignent quelques millimètres, ils sont d'un brun jaune ou brunâtres. Transparente ou translucide.

Éclat résineux extrêmement vif.

Composition chimique. Ce minéral est essentiellement un tantalo-

niobate de fer, de manganèse, avec fluorures alcalins. L'analyse ci-jointe, due à M. Pisani (*in* Termier, *op. cit.*), indique une perte à très haute température fort considérable, qui n'a pas été expliquée et qui ne permet pas l'établissement d'une formule. J'ai constaté l'existence du fluor, dont la présence donne la cause d'une partie de cette perte.

Ta^2O^5.........	57,70
Nb^2O^5.........	22,00
FeO	4,57
MnO..........	2,85
SnO^2..........	0,43
$(K, Na, Li)^2O$..	2,50
SiO^2...........	1,32
Al^2O^3.........	1,43
CaO...........	0,13
MgO	tr.
Perte à 1200°..	6,30
	99,23

Essais pyrognostiques et diagnostic. Comme la microlite, mais sans les réactions du calcium.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Allier.* Au cours de la description de la cassitérite, pages 221 à 231 du tome III, j'ai signalé en 1902 l'existence, dans les produits du lavage du kaolin d'Echassières, de très petits octaèdres réguliers jaunes d'un minéral souvent groupé sur les grains de cassitérite, minéral que j'ai rapporté au groupe du pyrochlore. Peu après, M. Termier, en s'appuyant sur l'analyse de M. Pisani, donnée plus haut, (*B. S. M.* XXV. 34. 1902), a proposé de considérer ce minéral comme une espèce nouvelle, à laquelle il a donné le nom de *néotantalite*, à cause de sa richesse (relative) en fer et en manganèse et des relations géométriques qu'il a cherché à établir entre sa forme cristalline et celle de la tantalite, ramenée à des paramètres pseudocubiques.

L'étude de ce minéral, que j'ai poursuivie, ne modifie pas ma première manière de voir. Toutes ses analogies sont en effet avec le groupe du pyrochlore, ainsi qu'en témoigne non seulement sa forme géométrique, ses caractères extérieurs, mais encore sa teneur élevée en alcalis et l'existence du fluor, qui seraient incompréhensibles, s'il appartenait au groupe de la tantalite : ces propriétés, au contraire, s'expliquent aisément dans mon hypothèse.

Il est vraisemblable que cette substance, qu'il paraît d'ailleurs légitime de considérer comme une espèce distincte, doit être rapprochée de la microlite ; elle constitue sans doute un type non calcique, surtout ferrifère et manganésifère, du groupe du pyrochlore.

La néotantalite n'a pas été trouvée en place ; elle se concentre dans les produits du lavage du kaolin, provenant de la désagrégation d'un granite à muscovite. Les octaèdres, qui la constituent, sont plus petits que les grains de cassitérite et de topaze, aussi, ai-je obtenu une concentration très grande de ce minéral en passant les produits lourds du lavage à travers un fragment de mousseline : la néotantalite se trouve parmi les produits les plus fins.

J'ai décrit tout récemment (*B. S. M.* XXXI., 1908) un échantillon provenant du gisement voisin des Colettes ; il est uniquement constitué par de la topaze, de la cassitérite bacillaire et des octaèdres de néotantalite, atteignant 3 mm. de diamètre. Recueilli à la surface du sol, il doit provenir de quelque filonnet traversant le granite.

FERGUSONITE

(Y, Er, Ce) (Nb,Ta) O^4

Quadratique ; parahémiédrique.

$$b : h = 1000 : 1035{,}42 \quad D = 707{,}107$$

$$[a : c = 1 : 1{,}4643 \text{ (Miller)}]$$

Formes et facies. La forme des cristaux de fergusonite rappelle celle des cristaux de scheelite. Dans l'unique gisement cité plus loin, elle constitue des masses sans formes géométriques.

Clivages. Traces de clivages suivant $b^{1/2}$ (111). Cassure conchoïdale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 5,8 à 5,83. La densité diminue, quand le minéral s'est hydraté (5,58 Madagascar).

Coloration et éclat. Brun noir. Poussière d'un brun pâle. Translucide, transparente et d'un brun pâle en lames minces.

Éclat terne à la surface des cristaux ; éclat vitreux extrêmement brillant et un peu métallique dans la cassure.

Composition chimique. Le minéral est essentiellement un méta-

bate d'yttrium, avec erbium, cérium, uranium, etc. Il existe souvent en outre une petite quantité de tantale. Analyse d'une fergusonite de Madagascar par M. Pisani (*in op. cit.*).

Nb^2O^5	50,10
SnO^2	0,20
ThO^2	2,07
UO^2	6,15
$(Y,Er)^2O^3$	31,20
$(Ce,La,Di)^2O^3$	6,15
CaO	1,40
MgO	0,37
FeO	0,59
H^2O	1,94
	100,17

Essais pyrognostiques[1] et *diagnostic*. Se distingue du groupe de l'euxénite par sa couleur brune ou jaune, du microlite par sa pauvreté en calcium, sa haute teneur en yttrium, sa forme géométrique et généralement par les grandes dimensions de ses individus cristallins.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — La fergusonite est un minéral des pegmatites. J'en ai décrit un échantillon pesant une centaine de grammes (*B. S. M.* XXXI. 314. 1908), remis par un prospecteur, qui n'a pas voulu en indiquer le gisement précis ; il se trouve entre Tamatave et Beforona.

Cet échantillon, dépourvu de toute gangue, a fourni la matière de l'analyse donnée plus haut.

GROUPE DE L'EUXÉNITE

Ce groupe comprend deux familles de niobotantalotitanates, qui se distinguent essentiellement au point de vue chimique, en ce que dans l'une d'elles, une partie importante du titane est remplacée par du thorium (*æschynite*) ou par du zirconium (*polymigmite*).

1. La plupart des niobotantalates constituent, avec la gadolinite et l'orthite, le groupe des minéraux *pyrognomiques*, qui, lorsqu'on les chauffe à une température suffisante, deviennent incandescents. Bien que leur forme géométrique implique en général la biréfringence, ils sont devenus isotropes par action secondaire. M. Liebisch vient de montrer (*Sitzungsber. Akad. Wissensch. Berlin*, XX. 351. 1910) que la perte d'énergie déterminée par le dégagement de chaleur et de lumière est due à la reconstitution de leur structure cristalline.

EUXÉNITE

$x(Fe,Ca...)[NbO^3]^2.\ y[(U,Th)O]NbO^3.\ z(U,Th)[TiO^3]^2.$
$s\ (Y, Ce)^2[TiO^3]^3$

Orthorhombique : $mm = 140°$

$b : h = 1000 : 284,74 \quad D = 939,73 \quad d = 342,06$

$[a : b : c = 0,364 : 1 : 0,303$ (Groth)]

Formes et facies. Les cristaux sont rares, allongés suivant l'axe vertical ($m\ g^1\ h^1\ a^{1/2}$) (fig. 1). Ordinairement l'euxénite s'observe en individus dépourvus de formes géométriques.

Dureté. 6,5.

Densité. 4,6 à 4,9, 4.895 (Ambolotara).

Coloration et éclat. Noire passant parfois au brun. Poussière jaune à brun rouge. Transparente seulement en lames extrêmement minces et alors brun rouge. Éclat très vif, semi-gras, semi-métallique.

Propriétés optiques. Généralement monoréfringente ; dans le cas contraire, la couleur est trop foncée pour permettre des observations.

Composition chimique. En outre des éléments indiqués dans la formule, il existe parfois de l'acide tantalique, des traces de germanium, etc.

Analyse de l'euxénite d'Ambolotara par M. Pisani.

Nb^2O^5. . .	33,70
TiO^2.	19,10
ThO^2.	1,54
UO^2.	16,40
Y^2O^3.	18,38
Ce^2O^3. . . .	2,44
Al^2O^3. . . .	1,30
FeO.	1,10
CaO.	2,27
p. f.	4,00
	100,23

Diagnostic. Sa caractéristique réside dans sa couleur noir de velours qui ne permet pas de la confondre avec la fergusonite ; elle se distingue de l'aeschynite par la prédominance de l'yttrium parmi les métaux rares, et l'abondance de l'uranium, entraînant la radioactivité.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'euxénite est un minéral des pegmatites.

Madagascar. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 312. 1908) l'existence de l'euxénite dans les pegmatites à feldspath rouge du mont Bandahely, sur la rive droite du Maivorano, à Antranotsitra près du village d'Ambaliha (Sud-Est d'Andranosamonta). L'échantillon, que j'ai examiné, a été recueilli comme roche, sans que ce minéral ait frappé l'attention, aussi est-il possible que l'euxénite soit abondante dans ce gisement. Elle forme dans cet échantillon de pegmatite une petite masse ayant environ 1 cm. de diamètre.



Fig. 1.
Euxénite d'Ambolotara
(*Photographie grandeur naturelle*).

M. Buhan vient de me communiquer des échantillons d'euxénite provenant d'une pegmatite à biotite altérée d'Ambolotara près Betafo.

Ce minéral forme des cristaux atteignant 5 centimètres suivant l'axe vertical, superficiellement altérés en une substance jaune amorphe et aussi des masses sans formes géométriques.

POLYCRASE

Orthorhombique. $mm = 141°49'$

$b : h = 1000 : 296{,}06 \quad D = 944{,}53 \quad d = 327{,}03$

$[a : b : c = 0{,}3462 : 0{,}3134$ (Brögger)$]$

Facies des cristaux. Les cristaux sont allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant g^1 (010), généralement terminés par $b^{1/2}$ (111), avec ou sans $a^{1/2}$ (201).

Dureté. 5 à 5, 6.

Densité. 4,97 à 5,04.

Coloration et éclat. Noir. Poussière gris brunâtre. Transparent en lames très minces et alors brunâtre.

Éclat vitreux à résineux très vif.

Composition chimique. Le polycrase a une composition très voisine de celle de l'euxénite ; certaines variétés sont très riches en uranium.

Essais pyrognostiques et *diagnostic*. Ne se distingue guère qualitativement de l'euxénite que par la forme de ses cristaux très aplatis suivant g^1 (010), généralement minces et de moindre taille.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le polycrase se trouve généralement dans des pégmatites. Le gisement français dans lequel je l'ai rencontré est de nature différente.

Alpes. — *Isère*. J'ai trouvé en effet le polycrase dans le filon de quartz aurifère de la Gardette. Il y accompagne l'or natif et la galène.

Il forme de petites lames aplaties, allongées suivant *c*, très striées verticalement, pouvant atteindre 1 cm. de longueur sur 1 mm. 5 de largeur et une épaisseur moindre.

Yttrotantalite.

Dans sa *Description géographique*, *géologique*, *minéralogique du Tarn-et-Garonne* (1898. 627), Caraven-Cachin cite l'yttrotantalite comme existant dans les pegmatites de sa région ; cette indication n'est accompagnée d'aucune description, ni d'aucune précision de gisement, aussi n'y a-t-il pas lieu d'en tenir compte.

BLOMSTRANDITE

Formes et facies. Le minéral n'est connu qu'en masses compactes.

Dureté. 6.

Densité. 4,07 à 4,17 (Ambolotara).

Coloration et éclat. Noir brunâtre à brun verdâtre.

Éclat gras très vif.

Propriétés optiques. Très réfringent, monoréfringent.

Composition chimique. Je rapproche le minéral de Madagascar de celui de Nohl en Suède, décrit par M. Lindström (*Geol. För. Förh. Stockholm*, II. 162. 1874) sous le nom de *blomstrandite*, qu'il ne faut pas confondre avec la *blomstrandine* de M. Brögger, appartenant au groupe de l'euxénite. Voici l'analyse de M. Pisani.

Nb^2O^5......	34,80
TiO^2.......	18,30
SnO^2.......	0,30
ThO^2.......	1,30
U^2O^3.......	26,60
Al^2O^3......	2,10
Fe^2O^3......	2,87
Ce^2O^3.....	0,60
Y^2O^3.......	0,90
MgO.......	0,40
CaO.......	3,45
H^2O.......	7,60
	99,22

Radioactivité. La richesse en uranium explique la radioactivité.

Essais pyrognostiques. Donne de l'eau dans le tube. Attaquable par l'acide chlorhydrique ; la solution donne avec l'ammoniaque un abondant précipité jaune.

Diagnostic. La pauvreté en terres rares, la richesse en urane, l'attaquabilité par HCl constituent un bon diagnostic des minéraux du groupe de l'aeschynite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — Je dois ce minéral à M. Buhan ; il provient des pegmatites à feldspath rose d'Ambolotara près Betafo.

Je crois pouvoir l'identifier avec la blomstrandite en me basant sur l'analyse donnée plus haut ; sa couleur seule est un peu différente, brun verdâtre au lieu de noire.

GROUPE DE LA COLUMBITE

Ce groupe comprend la columbite et la tantalite. Il existe tous les passages entre le niobate de fer dépourvu de tantale et le tantalate presque exempt de niobium. Les propriétés physiques sont continues entre ces deux extrêmes ; les variations des angles sont tellement faibles entre les membres de cette famille qu'il est inutile de les étudier dans deux paragraphes distincts.

COLUMBITE (NIOBITE) — TANTALITE

$FeNb^2O^6$ — **$FeTa^2O^6$**

Orthorhombique. $mm = 100°40'$

$b : h = 1000 : 675{,}689$ (Dx). $D = 769{,}771$ $d = 638{,}320$

$[a : b : c = 0{,}82921 : 0{,}87778]$

Formes observées. p (001) ; m (110), h^1 (100), g^1 (010) ; e^2 (012), $e^{1/2}$ (021) ; $x = (b^1\ b^{1/3}\ h^{1/2})$ (212) ; $u = (b^{1/2}\ b^{1/4}\ g^{1/3})$ (133) ; $n = (b^{1/5}\ b^{1/7}\ g^{1/3})$ (163).

Macles. 1° Macle suivant $e^{1/2}$ (021), se faisant par contact et plus rarement par entrecroisement : elle est rendue manifeste sur h^1 par les stries que porte souvent cette face. $p\overline{p} = 50°40'$; $g^1\ \overline{g}^1 = 59°20'$.

2° Macle suivant $e^{3/2}$ (023) rare : $pp = 60°40'$; $g^1\ \underline{g}^1 = 119°20'$.

Les angles suivants ont été mesurés sur les cristaux du Limousin et de Madagascar.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	100°40′	100°38′	$h^1\ u$	104°51′	
$^*mh^1$	140°20′		uu s. e^1	150°18′	150°10′
mg^1	129°40′	129°30′	g^1n	148°52′	
$pe^{1/2}$	119°40′	119°34′	$g^1\ u$	129°37′	
$e^{1/2}\ e^{1/2}$	59°20′	59°10′	nn s. a^3	62°16′	
$^*e^{1/2}\ g^1$	150°20′		uu s. a^3	100°46′	100°44′
pu	136°35′		xx s. e^2	91° 5′	90° à 91°
uu s. g^2	86°50′	86°45′	xe^2	135°33′	
pg^2	90°		xx s. a	146°16′	
pn	119°11′		xh^3	139°18′	140° env.
$h^1\ n$	99°54′	100°	$me^{1/2}$	123°41′	
$h^1\ e^{1/2}$	90°		mu adj.	127°11′	127°8′
$n\ e^{1/2}$	170° 6′		$e^{1/2}\ u$ adj.	148° 4′	
nn s. $e^{1/2}$	160°12′				

Facies des cristaux. Les cristaux de columbite et de tantalite ne se distinguent pas les uns des autres ; ils sont à rapporter à deux types :

Type I. Cristaux également développés suivant les axes a et b et souvent suivant l'axe c ; en tous cas, toujours peu allongés suivant ce dernier. Ils ont parfois l'aspect de cristaux quadratiques par suite de l'égal développement de h^1 et de g^1.

Type II. Cristaux aplatis suivant h^1 et généralement un peu allongés suivant les axes c et b (fig. 1).

Type III. Cristaux allongés suivant c, avec h^3 comme forme dominante (*manganocolumbite*) (fig. 3).

L'aspect des types I et II est différent, suivant que p (001) est très développé ou bien soit absent, soit réduit. La base manque rarement ; h^1 porte des stries parallèles à l'axe vertical. La pyramide u (133) est presque constante dans les types I et II.

Les cristaux de columbite ont une grande tendance à se grouper à axes parallèles ; ceux du type II forment quelquefois des groupements flabelliformes ou en éventail.

Clivages. Clivages, assez net suivant h^1 (100), peu distinct suivant g^1. Cassure conchoïde à inégale.

Dureté. 6.

Densité. La densité est la seule propriété physique qui varie d'une façon importante avec la composition chimique. Dans la niobite, presque exempte de Ta^2O^5, elle est voisine de 5,3, dans la tantalite, presque dépourvue de Nb^2O^5, de 7,4 ; il existe tous les intermédiaires entre ces extrêmes. Le minéral renfermant Nb^2O^5 et Ta^2O^5 en quantité pondérable à peu près égale a une densité d'environ 6,38. La columbite de la Vilate, à 13,8 °/₀ de Ta^2O^5, a une densité de 5,7.

Coloration et éclat. Noires de fer à noir grisâtre. Poussière noire à noir rouge. Irisations superficielles fréquentes. Opaques. Translucides seulement en lames minces et alors de couleur brun rouge. Éclat presque métallique, souvent très brillant, un peu résineux dans la cassure.

Propriétés optiques. Ces minéraux sont biréfringents, mais l'intensité de leur couleur ne m'a permis que de constater l'extinction symétrique dans les faces p, h^1, g^1.

Pléochroïsme. Très pléochroïque dans les teintes d'un brun rouge.

Composition chimique. La composition de la columbite théorique, $FeNb^2O^6$, est donnée en *a*), celle de la tantalite, $FeTa^2O^6$, en *b*). Le fer est toujours remplacé en partie par du manganèse, mais en proportion extrêmement variable. Il existe des *manganocolumbites* et des *manganotantalites* surtout ou exclusivement manganésifères. J'emploie le nom de columbite ou celui de tantalite suivant que c'est Nb^2O^5 ou Ta^2O^5 qui prédomine (en molécules).

Analyses *c*) de la *columbite* de la Vilate par M. Damour (*A. M.* XIV. 423. 1848).

d. de la *manganocolumbite* de Larmont par M. Pisani.

	a	*b*	*c*	*d*
Nb^2O^5	82,7	»	78,74 (1)	38,40
Ta^2O^5	»	86,1		43,70
FeO	17,3	13,9	14,50	»
MnO	»	»	7,17	16,60
SnO^2	»	»	»	0,10
CaO^2	»	»	»	0,10
Al^2O^3	»	»	»	0,50
P. f.	»	»	»	0,70
	100,0	100,0	100,41	100,15

1. Marignac a obtenu (*Bibl. Univ. Genève*, XXV, 25. 1865) 13,8 °/₀ de Ta^2O^5 dans un échantillon de columbite de la Vilate.

Essais pyrognostiques. Infusibles au chalumeau ; décomposées par fusion avec le bisulfate de potassium ; attaquées par l'acide fluorhydrique (Nicolardot), la tantalite est à peine attaquée par l'acide sulfurique, qui décompose facilement à chaud la columbite. Donne les réactions du fer et généralement celles du manganèse.

Diagnostic. Pratiquement, la columbite et la tantalite se distinguent aisément l'une de l'autre par leur densité et l'action de l'acide sulfurique ; la difficulté du clivage h^1 ne permet pas de les confondre avec le wolfram au clivage g^1 très facile et éclatant ; en outre, ce dernier minéral s'attaque facilement par l'eau régale en donnant une poudre jaune d'anhydride tungstique. Ces minéraux n'ont pas l'éclat gras et la cassure conchoïdale de la plupart des autres espèces de ce groupe.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La columbite et la tantalite sont des minéraux des pegmatites.

1° *Dans les pegmatites.*

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* La columbite et la tantalite ne sont pas rares dans les pegmatites de la région de Chanteloube.

La *columbite* a été signalée pour la première fois par M. Damour (analyse *c*) à la carrière de la Vilate, qui en a fourni de très beaux échantillons. Le plus gros des cristaux entiers, que j'ai étudiés, mesure 3 cm. 5 suivant *b*, 3 cm. suivant *c* et 0 cm. 5 suivant *a* ; j'en ai vu des fragments de beaucoup plus gros.

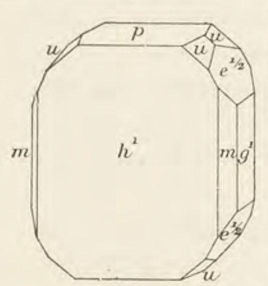


Fig. 1.
Columbite du Limousin, forme commune.

Ces cristaux appartiennent uniformément au type II, avec très grand aplatissement suivant h^1 (100) ; en outre de cette forme, ils présentent toujours *m* (110), *p* (001), $e^{1/2}$ (021), *u* (133) (fig. 1) et ne diffèrent les uns des autres que par l'importance, plus ou moins grande, prise par la face *p*. Ils sont engagés soit dans la muscovite, soit dans les feldspaths ; ils sont souvent réunis en grand nombre et groupés en éventail. Quelquefois ils supportent des cristaux de malacon d'un brun rouge.

Le même minéral se trouve dans d'autres localités avec des formes identiques à celles qui viennent d'être décrites, mais en cristaux moins

aplatis suivant h^1 et de plus grande taille. Grâce à l'obligeance de M. Bouhard, j'en ai examiné beaucoup de cristaux et de grosses masses cristallines, provenant des gisements suivants : Mazataud et Avent en Bessines (avec apatite, cassitérite, béryl, triplite, etc.) ; carrière du Pécout près le pont de Barost en Bessines (avec béryl) ; Chabanne en Saint-Sylvestre (g^1 h^1 h^3 g^2 $e^{1/2}$ p u) (avec tantalite, triplite, apatite) ; Compreignac (La Vouzelle, Chatenet, Vénachat) (avec béryl, apatite, triplite, autunite).

Dans tous ces gisements, la composition des minéraux étudiés est variable ainsi qu'en témoigne leur densité : 5,45 ; 5,61 ; 5,67 ; 5,70 ; 6,10 ; 6,20, 6,50 ; ce sont donc des columbites de plus en plus tantalifères ou même des tantalites.

Il faut signaler aussi comme gisement intéressant la granulite à lépidolite de Chédeville en Ambazac et de Larmont en Saint-Sylvestre : les bords des veines ou filons de cette roche sont pegmatoïdes et très feldspathiques ; c'est dans leur albite que se concentre une *manganocolumbite* très tantalifère, dépourvue de fer, mais on la trouve aussi dans les parties riches en lépidolite. J'ai examiné un gros cristal provenant de Larmont (5 cm. × 4 cm.) de densité de 5,92 ; il est représenté par la figure 2 et offre une forme assez singulière, qui peut s'expliquer par sa composition (analyse *d*) ne correspondant à aucun type connu ; le prisme unique est h^3 (210), terminé par la pyramide nouvelle x (212), qu'accompagne e^2 (012) ; ce cristal n'a pu être mesuré qu'au goniomètre d'application.

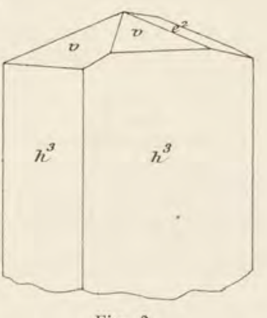


Fig. 2.
Manganocolumbite tantalifère de Larmont.

Tarn. M. Arsandaux a rencontré (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) de petits cristaux de columbite, associés à de gros prismes de béryl translucide dans une pegmatite à tourmaline noire du Clap, près Castelnau de Brassac ; ils ont la forme du type de la Vilate.

Saône-et-Loire. La columbite a été rencontrée en petite quantité à Charmasse en Marmagne, à Mesvre (dans quartz et almandin), à Runchy et à Cuzy près Luzy. Les cristaux, atteignant 1 cm. 5 de plus grande dimension, sont du même type que ceux de la Vilate.

Madagascar. — M. Stuer m'a communiqué des échantillons de columbite provenant de l'Ankaratra ; parmi eux, se trouve un cristal

mesurant 6 cm. × 4 × 3, dont la figure 3 représente l'aspect un peu schématisé, une partie des faces de chaque forme étant imparfaitement développée ; h^1, m, g^2, $e^{1/2}$, u (133), n (163).

Guyane. — J'ai trouvé des cristaux (2 mm.) aplatis de columbite, associés à la monazite dans des sables de l'ancien contesté franco-brésilien.

Fig. 3.
Columbite de Madagascar.

2° *Dans les alluvions.*

Les alluvions renfermant des débris des roches précédentes contiennent souvent des fragments de columbite et de tantalite (Moulin de Bourdaleine près Ambazac en particulier), se concentrant avec la cassitérite dans les portions lourdes.

Gisement incertain.

Phipson (*C. R.* LXV. 419. 1867) en traitant par l'eau régale un wolfram d'Auvergne, puis en dissolvant par l'ammoniaque l'anhydride tungstique a trouvé un résidu de columbite. Je ne sais de quel wolfram il s'agit.

SKOGBÖLITE

Le nom de skogbölite a été donné par A. E. Nordenskiöld à un minéral ayant la même formule chimique que la tantalite, mais ne contenant presque pas de manganèse et cristallisant dans le système orthorhombique, mais avec une forme différente ($a : b : c = 0{,}81696 : 1 : 0{,}65106$). La densité est très grande 7, 8 à 8. Ce minéral, d'un noir de fer, est dépourvu de clivage. Il a été trouvé en Finlande.

En raison de sa composition chimique [Ta^2O^5 (avec traces de Nb^2O^5) 82,90 ; FeO 14,62 ; MnO tr.; SnO^2 1,2 ; SiO^2 0,42 = 99,23] et de sa forte densité 7,64 à 7,66, il me semble vraisemblable qu'il faut rapporter à cette espèce le minéral décrit par M. Damour (*A. M.* XIII. 337. 1848) sous le nom de tantalite de la Vilate (*Haute-Vienne*). Il forme de petites masses noires, dépourvues de faces dans une aplite à albite, dépourvue de mica ou ne renfermant qu'une petite quantité de muscovite.

COMPOSÉS ORGANIQUES

HYDROCARBURES

GROUPE DES HYDROCARBURES CRISTALLISÉS

HATCHÉTTITE

(*NAPHTINE*)

Orthorhombique?

Formes et facies. Constitue des masses ou des lames enchevêtrées, ressemblant à une cire très molle. Plastique.

Densité. 0,91 à 0,98.

Coloration et éclat. Blanche, jaune, vert sale. Translucide, devenant opaque par exposition à l'air.

Éclat un peu nacré.

Propriétés optiques. La hatchéttite forme de petites lamelles biréfringentes enchevêtrées, qui, sous l'influence d'une pression exercée sur le couvre-objet, s'orientent parallèlement à leur base. Elles sont alors presque monoréfringentes en lumière polarisée parallèle et montrent en lumière convergente une croix noire à peine disloquée, avec signe optique *positif* ($\mathbf{n}_g$).

La hatchéttite fondue cristallise par refroidissement sur une lamelle de verre en prenant une structure maillée à tendance rectangulaire : les pseudo-fibres de ce réseau ont un allongement négatif ; elles limitent des plages à peine biréfringentes, qui sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), avec écartement des axes optiques variable, mais petit. Ces propriétés sont celles de la paraffine et de l'ozocérite. Les indices suivants ont été mesurés par M. Gaubert (Na).

	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_p$	$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$
Ozocérite	1,54	1,51	0,03
Paraffine	1,52	1,49	0,03
Hatchéttite	1,50	1,47	0,02

Composition chimique. La composition chimique centésimale paraît varier avec les gisements ; mais la hatchéttite est toujours constituée par un ou plusieurs carbures saturés forméniques ($C^n H^{2n+2}$) très condensés : elle est comparable aux paraffines extraites des pétroles d'Amérique. L'*ozocérite* paraît en être une variété impure ou plus complexe.

Essais pyrognostiques. Fond entre + 46° et 51° C. Soluble dans l'éther, la benzine, le xylol, l'essence de térébenthine. Brûle facilement sans résidu.

Diagnostic. Les propriétés optiques permettent de distinguer la hatchéttite de la scheerérite, qui recristallise aussi après fusion, mais en palmes à allongement de signe variable ; en outre, quand cette dernière a été fondue sous un couvre-objet, elle reste longtemps à l'état de surfusion.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hatchéttite se rencontre dans des cavités closes de roches sédimentaires ; elle y existe en solution dans des carbures très volatils, qui disparaissent au contact de l'air en la laissant cristalliser ; elle tapisse parfois les fentes de roches, d'où suintent certains pétroles.

Anjou. — *Maine-et-Loire.* Desvaux a découvert (*B.S.G.* VI. 139. 1834-35) dans les cavités du calcaire dévonien de Beaulieu, une substance qu'il a appelée la *naphtine*, à cause de son odeur (Des Cloizeaux a écrit naphtéine) ; elle a été trouvée aussi dans les mêmes conditions au Pont-Barré.

A l'état frais, ce minéral est jaune verdâtre et transparent, mais, par exposition à la lumière, il devient opaque et roux. Il a la consistance du beurre, flotte sur l'eau et fond à 51° C. ; il est soluble à chaud dans l'essence de térébenthine, l'alcool et l'éther. Toutes ces propriétés sont celles de la hatchéttite, aussi ne me semble-t-il pas opportun de conserver ce nom de naphtine.

D'après les renseignements que j'ai pu obtenir d'un vieux carrier de cette région, cette matière n'était rencontrée que rarement lors de l'exploitation des calcaires précités. Elle ne se trouvait qu'exceptionnellement en masses de la dimension d'une noisette ; le plus souvent celles-ci n'avaient que la grosseur d'un pois ou d'un grain de blé. Au soleil, la matière fondait, en laissant une trace semblable à une tache d'huile. Cet *onguent de pierre*, comme l'appelaient les carriers, était recherché par ces derniers, qui s'en servaient pour panser les coupures et les meurtrissures et lui attribuaient naturellement des propriétés merveilleuses.

[**Belgique**]. — Il est intéressant de signaler l'existence d'un minéral analogue dans le calcaire des formations carbonifères belges. [Malaise (*Man. Minér.*, 1893. 165)] : Baldas-Lalore près Choquier (avec calcite et quartz, dans rognons de sidérite) ; Flémalle-Grande, Seraing (dans des grès), etc.

Alpes. — *Isère.* C'est aussi à la hatchéttite qu'il faut rapporter la substance visqueuse, brune, verdâtre ou jaune de miel que Gras a signalée en 1834, en même temps qu'un pétrole très volatil (voir page 629), dans des cavités du calcaire bitumineux de la Porte-de-France près Grenoble. M. Kilian m'a communiqué en effet des échantillons provenant de Comboire (Seyssins), qui paraissent analogues et qui sont constitués par une paraffine jaune, translucide, possédant les propriétés exposées plus haut.

Je dois en outre à MM. Duboin et Ch. Maignien des septarias, creusés de géodes provenant des marnes oxfordiennes de Baconnet en Monestier-de-Clermont, dans lesquelles se trouve une substance analogue. Ces septarias sont semblables à ceux de Meylan (T. III, p. 113) et, comme eux, renferment de jolis cristaux de quartz, de calcite, de dolomite, etc. Quand on les brise, il s'écoule de leur cavité un pétrole très fluide et l'on voit apparaître la hatchéttite mi-fluide, d'un jaune verdâtre, très fluorescente; elle épaissit à l'air en s'étalant par suite de la disparition progressive et rapide des produits les plus volatils.

GROUPE DES HYDROCARBURES NON CRISTALLISÉS, PÉTROLES, PISSASPHALTES ET ASPHALTES

Ces produits, auxquels il serait naturel de joindre les gaz hydrocarbonés naturels, ne sont pas des espèces minéralogiques définies, mais des mélanges complexes d'hydrocarbures non cristallisés, dont la composition est fort différente suivant les régions considérées, mais généralement assez constante dans chacune de celles-ci.

Il existe une continuité complète entre les types très fluides et d'autres solides. Les types coulants, depuis ceux qui sont très fluides, jusqu'à ceux qui sont très pâteux, constituent les *pétroles*; je réserve le nom de *pissasphalte* (synonyme de *malthe*) aux variétés pâteuses, au toucher poisseux, alors que celui d'*asphalte* est donné aux types solides à la température moyenne des laboratoires.

Ces différences de consistance peuvent être d'origine primaire; pour les types liquides, être dues à la nature plus ou moins saturée des carbures constituants, mais ils sont aussi (surtout dans les types peu ou pas fluides) dus à des circonstances secondaires, à la disparition progressive des huiles les plus volatiles, puis à une oxydation plus ou

moins avancée, se manifestant d'abord par une perte d'hydrogène, puis par une fixation d'oxygène. Ces considérations conduisent à ne pas séparer l'étude des gisements de ces divers produits.

Formes et facies. Les *pétroles* sont donc des liquides plus ou moins fluides. Leur odeur est désagréable et caractéristique ; leur couleur varie du jaune pâle au jaune plus ou moins foncé, au brun ou au noir : le brun verdâtre est le plus commun. Ils possèdent souvent une fluorescence verte ou bleuâtre.

La densité varie de 0,6 à 0,9. Leur coefficient de dilatation est relativement grand ($K = 0,0008$), propriété importante à connaître pour le transport des pétroles bruts.

Les *pissasphaltes* sont noirs, poisseux ; une légère élévation de température suffit à les faire s'étaler ; ils passent progressivement d'une part au pétrole, de l'autre aux asphaltes.

Les *asphaltes* sont amorphes ; ils possèdent l'aspect d'une poix noire ou d'un brun noir. Ils fondent entre 90° et 100° C. ; leur odeur est bitumineuse. La densité varie de 1 à 1,8, elle peut être supérieure, quand l'asphalte englobe des matériaux étrangers.

Composition chimique. Les *pétroles* peuvent être rapportés à trois types caractérisés par la nature de leurs carbures prédominants ; ils sont respectivement représentés par les pétroles de Pensylvanie, du Caucase et de Galicie. Dans un même district et d'un puits à un autre, les proportions relatives des divers carbures varient souvent dans une assez large mesure.

1° Pétroles essentiellement caractérisés par des *carbures saturés forméniques* (C^nH^{2n+2}), homologues supérieurs du méthane (CH^4) (pétrole de Pensylvanie). Il existe en outre une faible proportion de carbures aromatiques (C^nH^{2n-6}), dérivés de la benzine, ainsi que des composés oxygénés ou sulfurés. Ces pétroles, exploités en Pensylvanie, sont accompagnés de gaz combustibles : méthane (CH^4) et ses homologues immédiats supérieurs (C^2H^6, C^3H^8, C^3H^{10}, etc.)

Par distillation de ces pétroles bruts, on obtient 1° : des gaz difficilement condensables (C^3H^8, C^4H^{10}, etc.); 2° des *éthers de pétrole* (C^5H^{12}, etc.), bouillant entre 45° et 70° C. ; 3° des huiles légères ou *essences de pétrole* (C^6H^{14} à C^8H^{18}), bouillant entre 70° et 120°C., des *huiles lampantes* (huiles de pétrole du commerce) (depuis C^9H^{20}, jusqu'à $C^{16}H^{34}$), bouillant entre 150° et 280° C.; 5° des *huiles lourdes*, bouillant jusqu'à 400° C. ; 6° des *paraffines* cristallisables ($C^{44}H^{50}$ à $C^{35}H^{72}$) et

enfin 7° des *goudrons*. La *vaseline* et l'huile de vaseline résultent du traitement approprié des portions renfermant encore des huiles lourdes.

2° Pétroles essentiellement constitués (80 à 90 °/₀) par des *carbures cycliques saturés* [*carbures cycloforméniques*, paraffènes, naphtènes (C^nH^{2n})] qui, à égale volatilité, ont une densité supérieure à celle des carbures forméniques. Les pétroles de Bakou, qui appartiennent à ce type, contiennent en outre une petite quantité de carbures aromatiques [benzine C^6H^6, et ses homologues jusqu'au cymène ($C^{10}H^{14}$)], ainsi qu'un peu de carbures (C^nH^{2n-8}).

Ces pétroles ne commencent à distiller qu'à partir de 150°C. ; leurs gaz combustibles sont constitués par un mélange de CH^4 et de C^2H^4, accompagnés de CO^2.

3° Pétroles caractérisés par le mélange des deux types précédents ; ils contiennent généralement des proportions très notables, mais variables de carbures aromatiques. Les pétroles de Galicie et d'Alsace sont à rapporter à ce type intermédiaire.

Les *asphaltes* sont très variables de composition et d'ailleurs assez incomplètement étudiés. D'après Dana, on peut y rencontrer : 1° peu ou pas d'huiles, volatiles à 100°C. ; 2° des huiles se vaporisant entre 100 et 250°C. et pouvant former jusqu'à 85 °/₀ de la masse ; 3° une résine soluble dans l'alcool ; 4° un bitume noir soluble dans l'éther, insoluble dans l'alcool, pouvant constituer de 15 à 85 °/₀ ; 5° un autre bitume, insoluble à la fois dans l'alcool et dans l'éther, et 6° des substances azotées, qui expliquent la teneur de 1 à 2 °/₀ d'azote, mise parfois en évidence par les analyses. Les variations de composition tiennent à la fois à l'origine des pétroles transformés et à l'intensité de cette transformation. (Voir page 633, note 2.)

Quant aux *pissasphaltes*, ils ont une composition intermédiaire entre celle des pétroles et celle des asphaltes.

Voici deux analyses dues à Ebelmen (*A.M.*XV. 536. 1839), déduction faite des cendres, dues à des impuretés mélangées mécaniquement.

Pissasphalte : *a*) de Bastennes (*Landes*).

Asphalte : *b*) de Pont-du-Château (*Puy-de-Dôme*).

	a	*b*
C.......	85,74	77,52
H......	9,58	9,58
O......	2,88	10,53
Az.....	1,80	2,37
	100,00	100,00

	a	*b*
Coke...	15,2	6,3
Densité.	1,131	1,068

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Une classification rationnelle des gisements d'hydrocarbures devrait être basée sur leur origine. Ce n'est pas ici le lieu de discuter les deux groupes de théories auxquelles ces questions ont donné lieu : origine profonde, éruptive, et origine organique (animale), théories dont aucune ne peut s'appliquer à l'universalité des gisements, mais dont chacune paraît pouvoir expliquer l'origine de certains gisements particuliers. Je me contenterai donc d'une classification de faits et considérerai successivement les pétroles, etc.

1° Dans les sources thermales;
2° dans les fissures ou les nodules de roches sédimentaires;
3° dans les gîtes d'imprégnation de roches sédimentaires;
4° dans les récifs coralliens;
5° dans les filons métallifères;
6° dans les inclusions du quartz.

1° *Dans les sources thermales.*

Quelques sources thermales amènent de la profondeur des pétroles, qui s'oxydent une fois arrivés à la surface et parfois imprègnent les roches voisines. L'origine éruptive de la plupart de ces hydrocarbures ne paraît guère douteuse. Peut-être faudrait-il rattacher à cette catégorie un certain nombre des gisements d'imprégnation, qui seront décrits plus loin.

Corbières. — *Hérault.* Tout près de Gabian, se trouvait jadis une source fournissant un pétrole cité dans tous les Traités de Minéralogie, mais qui ne se voit plus que dans les vieilles collections. Découverte en 1608, cette source a fait l'objet de deux notes de Rivière dans les *Mémoires de l'Académie de Montpellier* (24 mars 1707 et 2 avril 1716). Jusqu'en 1716, c'est-à-dire pendant plus de quatre-vingts ans, la source a fourni annuellement 36 quintaux de pétrole puis, presque brusquement, ce rendement diminua des deux tiers. En 1714, il n'était plus que de 4 quintaux; en 1715, la source tarit pendant deux mois.

D'après les renseignements que m'a fournis M. Delage, ce gisement est aujourd'hui perdu.

L'huile de Gabian est brune, très épaisse. M. H. Sainte-Claire Deville en a donné l'analyse suivante (C 86,1 ; H 12, 7 ; O 1,2). La densité est de 0,894 à 0° et 0,831 à 5°C. ; 0,50 % seulement se volatilise à + 280°C. Narcy a étudié (*Dinglers polyt. Journ.* CCLXIX. 240. 1888) un échantillon de densité 0,882, bouillant à 280°C. et presque uniquement constitué par une huile lubréfiante.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les pépérites de la Limagne renferment de nombreux gisements de carbures, qui paraissent être en relation avec les phénomènes volcaniques.

Le Puy de la Poix (ou de la Pège) (à 5 km. de Clermont) et le Puy de Croüel, son voisin, semblent être les derniers témoins de phénomènes, qui se sont développés antérieurement dans la région avec une ampleur plus grande. Le Puy de la Poix est une butte pépéritique, au sommet de laquelle sourdait jadis une source chlorurée sodique (71 gr. de résidu par litre, contenant 37 gr. de chlore), riche en hydrogène sulfuré, amenant un bitume très pâteux, qui se déversait en s'épaississant sur ses flancs. Des travaux malencontreux ont dévasté ce gisement sans tarir toutefois la source, qui coule encore dans l'excavation de la carrière. Le pissasphalte et l'asphalte y accompagnent des globules de calcédonite, des cristaux de quartz, d'ankérite. Ce gisement a été décrit dès 1759 par Guettard (*Mém. Acad. Sc.* 552).

Les sources du Tambour amènent aussi un peu de bitume et c'est par un mécanisme analogue que se sont certainement produites dans les calcaires des bords de l'Allier (au pied du Puy Corent) des veinules de pyrite, dont le centre est rempli par un mélange d'asphalte et de barytine, minéraux qui forment aussi des filonnets indépendants, se rencontrant jusque dans l'arkose, au voisinage du calcaire.

Au sommet du Puy de Gandaillat, les pépérites renferment des lambeaux d'arkoses, imprégnés d'asphalte. Les hélix d'un calcaire situé sur un plateau au-dessus de Cournon sont souvent vernissés d'asphalte, qui remplit aussi les tubes de phryganes d'un calcaire voisin. Au Puy de Cornonet, de petites bulles, quelquefois creuses, de la même substance, suintent des pépérites.

A l'ouest de Cournon, dans un monticule pépéritique, Lecoq a signalé (*Ep. géol. Auvergne*, IV. 79. 1867) l'existence d'un amas d'as-

phalte (il l'appelle rétinasphalte), mesurant 0 m. 60 × 0 m. 35; le minéral est brunâtre et fendillé au voisinage de l'air.

Je dois à M. Paul Gautier un échantillon recueilli dans une veinule d'asphalte traversant le granite de Chamalières (au-dessous de Prudelles), dans la tranchée du chemin de fer de Clermont à Bordeaux.

Tous ces gisements n'ont qu'un intérêt minéralogique, mais il en existe, dans cette même région, un certain nombre d'autres assez importants pour avoir fait l'objet de concessions, qui ont été ou qui sont exploitées et dans lesquelles l'asphalte imprègne soit des pépérites (Malintrat), soit des calcaires à *Helix Ramondi* (Les Roys ; dans ce gisement, les Hélix à test conservé sont parfois remplis d'asphalte) ; soit à la fois des calcaires à Hélix et des arkoses (Lussat, l'Escourchade). A la Bourrière, l'asphalte forme des nodules dans des argiles ; à Malintrat, il présente une allure filonienne, avec blocs imprégnés de pépérites ; du pétrole épais et du pissasphalte suintent dans les galeries. De même que le Puy de la Poix, plusieurs de ces gisements (Pont-du-Château, Lussat, etc.) renferment de la calcédoine, de la lussatite, etc.

L'asphalte de Pont-du-Château se dissout en partie dans l'éther et presque complètement dans l'essence de térébenthine. Chauffé rapidement, il décrépite par suite de la présence de l'eau qu'il englobe.

Il y a quelques années, de nombreux sondages ont été faits dans la Limagne pour y chercher le pétrole ; ils ont fourni des gaz combustibles accompagnés de CO^2 et d'une eau très chlorurée et magnésienne, ainsi que des carbures plus ou moins visqueux. Au sondage de Macholles, près de Riom, qui a atteint 1164 m., la salure de l'eau était particulièrement forte et le pétrole assez liquide.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées et Landes.* Les sources thermales de Bastennes (*Landes*), de Saint-Boès (*Basses-Pyrénées*) amènent une petite quantité de bitume, qui, dans le dernier de ces gisements, recouvre parfois des géodes de cristaux de soufre, de célestite.

Congo. — La région côtière du Gabon, aussi bien que celle de la province d'Angola dans le Congo portugais, renferme de petits puits indigènes, où suinte un bitume très épais, noir ou brunâtre, dont les indigènes enduisent leurs pirogues.

M. Barrat a signalé (*A.M.* VI. 456. 1895) quelques gisements de ce genre dans le Bas-Ogooué et dans le Ngounié ; il faut citer notamment

une source intermittente dans la région du Fernand-Vaz et au bord du lac Isania, à six heures de N'kogo (sur la rive gauche de l'Ogooué en amont de Lambaréné). Je dois à M. L. Fourneau et à M. Arsandaux des échantillons d'un pétrole très épais et de pissasphalte, qu'ils ont recueillis dans ce dernier gisement; la source qui amène au jour ces hydrocarbures sort de schistes feldspathiques.

Madagascar. — Des sources bitumineuses ont été signalées par M. E. Gautier dans les grès triasiques d'Ambohitralika au S.-E. du mont Tsimitaratra ; des gisements analogues paraissent exister plus au nord jusqu'à la hauteur du Cap Saint-André sur la rivière Sambao ; au voisinage du massif d'Ambohitrosy.

Nouvelle-Calédonie. — Au pied du massif serpentineux du piton de Pandop, près de Koumac, on a découvert, il y a quelques années, de petites fissures, d'où suinte de l'eau chargée de pétrole ; celui-ci est d'un jaune brun et d'une odeur forte ; sa densité est de 0,93. Il ne fournit qu'une très petite quantité d'huile lampante ; distillé à 400° C., il donne 80 °/₀ d'huile lourde de densité 0,928 (Glasser. *A. M.* V. 551. 1904).

Côte d'Ivoire. — D'après E. Reclus (*Géographie*, XII. 407), il existerait une source abondante de bitume sur les bords de la lagune Aby, au N. d'Assinie.

M. de Launay signale (*Richesses minér. Afrique*, 1903. 278) l'existence de gisements de pétrole sur les bords de la Tanoé, qui sert de frontière avec la Gold Coast, sans indiquer si ce gisement se trouve sur le territoire français ou anglais. Il en existe sur ce dernier, dans la région d'Apollonia, près de la côte.

2° *Dans les fentes ou les nodules des roches sédimentaires.*

Je réunis sous cette rubrique quelques gisements, sans intérêt économique, dans lesquels du pétrole ou du pissasphalte suintent dans les fentes de roches sédimentaires, puis se consolident sous forme d'asphalte ; il est probable que le nombre de ces gisements pourrait être beaucoup augmenté.

J'y joins quelques gisements, dans lesquels un pétrole très fluide a été trouvé dans des nodules creux (septarias).

Carbonifère et permien.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Quelques enduits de pissasphalte ont été trouvés à Montchanin dans les fentes du houiller, à Margenne dans celles du *boghead* permien. Je dois à M. Berthier un échantillon d'asphalte englobant de gros rhomboèdres de calcite, recueilli à Millery dans les fentes des schistes d'Autun. Le même savant m'a signalé l'existence d'asphalte dans les cavités de bois silicifiés du permien et de l'Autunois.

Vosges. — *Vosges.* Des enduits d'asphalte se rencontrent parfois à la surface des cristaux de calcite des mines de Ronchamp.

[**Belgique**]. — Dans le charbonnage de Fontaine-l'Évêque (Hainaut), on a trouvé des rognons de sidérite très durs, creux, et craquelés à l'intérieur, dont la cavité, tapissée de cristaux de calcite, de quartz et de pyrite, était remplie de pétrole (Malaise, *Manuel Min.* 1883. 170).

Trias.

[**Alsace.**] — Daubrée a signalé (*Descr. géol. Bas-Rhin*, 1852) des enduits de pissasphalte et d'asphalte dans les fentes du muschelkalk de Rothbach, Weiterswyler, Rauschenburg. A Molsheim, les hydrocarbures se trouvent dans des géodes de calcite ; et en 1847, une fouille, faite dans un calcaire de cette localité, y a fait découvrir des suintements importants de pissasphalte.

Jurassique.

Cévennes. — *Gard.* M. Melvil-Roux a signalé (*Bull. Soc. sc. nat. Nîmes*, 1881. 47) du pétrole à l'intérieur de nodules de 15 à 25 cm. de diamètre, rencontrés dans les marnes bitumineuses du lias moyen, entaillées par la tranchée de chemin de fer de Malhiver près Anduze.

Ardèche. Au toit et au mur des couches d'hématite de Privas, on a constaté jadis des suintements d'un pétrole épais, assez abondant pour que les ouvriers aient pu l'utiliser pour éclairer leurs lampes.

Alpes. — *Isère.* On a vu plus haut que les septarias de Baconnet près Monestier-de-Clermont ont parfois leurs cavités remplies par du pétrole qu'accompagne l'hatchéttite. D'après les renseignements que m'a donnés M. Duboin, ce pétrole est très volatil, incolore

et existe parfois en quantité considérable dans les géodes. Il n'a pas été étudié au point de vue chimique ; mais l'abondance de l'hatchéttite permet de penser qu'il est surtout constitué par des carbures saturés.

Des dégagements de gaz combustibles sont connus dans cette même région à la Fontaine Ardente : ils sortent de schistes calloviens à *Posidonomya alpina* ; d'après une analyse de Raoult, ils renferment : CH^4 98,81 ; CO^2 0,58 ; Az 0,48 ; O 0,10.

Gras a signalé (*Bull. Soc. Statist. Isère*. 29 novembre 1838) l'existence dans les calcaires portlandiens de la Porte-de-France, près Grenoble, de lits bitumineux, dans lesquels se trouvent des cavités de la grosseur d'une amande ou d'une noix, dont les parois sont couvertes de cristaux de calcite ; parfois elles sont remplies par un pétrole incolore très volatil, laissant un résidu cristallin, dont il est question plus haut à l'article hatchéttite. Ces calcaires sont parcourus de petites veinules d'asphalte.

Le même pétrole a été rencontré dans les calcaires à ciment berriasiens, qui surmontent les précédents à la carrière de Comboire (Seyssins) ; il laissait aussi déposer de la hatchéttite.

Crétacé et éocène.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Des veinules d'asphalte se rencontrent dans les fentes du calcaire blanc de Bidache, du calcaire noir de Costetarbe en Orthez, de Cassaber.

Cévennes. — *Gard*. Un pissasphalte (poix d'Auzon) s'écoule des fentes des assises néocomiennes du Mas-du-Chat près Auzon (Em. Dumas. *Stat. géol. Gard*. II. 721. 1877).

Algérie. — *Constantine*. Des suintements de pissasphalte ont été constatés dans les fissures des calcaires crétacés de Clairfontaine, ainsi qu'à Ferdjïouah, près Mila, dans l'éocène. Une veine de bitume compact a été rencontrée dans le calcaire sénonien de Fedjmzala, dans la même région. L'asphalte est connu encore à Chebka des Sellaoua (43 km. S. S. O. de Guelma), dans le cénomanien, au Djebel-el-Mouïada, à 8 km. O. de Sédrata, dans l'éocène. Au Djebel-Guelb (56 km. N. O. de Tébessa), le pétrole suinte dans les fissures d'un calcaire cénomanien (de Launay, *Richesses min. Afrique*, 1903. 277).

Oligocène.

Vaucluse. Des suintements de pétrole ont été observés sur des cristaux de soufre du calcaire de la mine des Tapets.

3° *Dans les gisements d'imprégnation.*

Ce sont les gisements de cette catégorie qui, en France et dans les régions voisines, ont le plus d'intérêt économique. Ils se trouvent uniquement dans des formations sédimentaires et présentent des caractères différents, suivant que les roches imprégnées sont des calcaires ou des sables.

Calcaires asphaltiques.

Les calcaires étant d'ordinaire d'une porosité limitée, les zones imprégnées y sont généralement localisées.

Dans l'industrie, on donne le nom d'*asphalte* aux calcaires imprégnés de matière bitumineuse. Il est plus correct, au point de vue minéralogique, de les appeler *calcaires asphaltiques*. Ce sont des roches d'un brun-chocolat, plus tendres pendant l'été que pendant l'hiver, s'écrasant facilement, quand on les porte à une température de 50 à 60°C., tombant en poussière par exposition au soleil ; cette poussière, chauffée vers 70 à 90° C., s'agglomère par pression.

L'examen microscopique montre que les hydrocarbures se sont insinués dans toutes les fissures des petits cristaux de calcite qu'ils enrobent.

Jurassique et crétacé.

Jura. — [*Suisse*] et *Doubs*. Une série de gisements très analogues s'observent dans la partie orientale de la chaîne du Jura. Un premier groupe se trouve sur le territoire suisse, au S.-O. de Neufchâtel, au Val de Travers dans les calcaires urgoniens (Bois de Croix ; Grand-Champ ; La Preste ; Saint-Aubin ; Auvergnier) ainsi que dans l'aptien glauconieux (Couvet). Dans l'urgonien, il existe aussi parfois (Bevaix) des poches de pissasphalte très visqueux (Jaccard. *Le pétrole, l'asphalte et le bitume*, 1895, 112).

Le même auteur signale aussi des suintements de pissasphalte, non loin de la frontière française, dans les fentes du calcaire bathonien des Epoisats, sur la route de Vallorbes à la vallée de Joux et (*Doubs*)

dans celles du calcaire ptérocérien des Pargots près des Brenets.

Ain. Les calcaires kiméridgiens ou urgoniens, qui supportent la molasse asphaltique de la vallée de la Valserine au nord de Bellegarde (à Chézery notamment) sont parfois assez imprégnés eux-mêmes pour avoir fait l'objet d'exploitations.

De petites poches de pétrole épais ou de pissasphalte se rencontrent dans les calcaires urgoniens d'Allemogne en Thoiry et de Bellegarde (sur la brèche de la Perte du Rhône); le test des fossiles y est parfois rempli par de l'asphalte.

Mais c'est surtout dans la concession de Seyssel, s'étendant le long du Rhône, de Bellegarde à Seyssel, qu'abondent les gisements d'asphalte, qui ont été exploités sur les deux rives du fleuve, à Pyrimont. Le gisement exploité sur la rive gauche porte le nom de Challonges (Volant-Perrette); on y trouve, au milieu de calcaires asphaltiques, d'un brun-chocolat, des rognons blancs de calcaire, ayant résisté à l'imprégnation. La molasse qui recouvre l'urgonien de cette région est aussi localement imprégnée de bitume.

Alpes. — *Haute-Savoie.* Il existe dans ce département, sur le prolongement Sud-Est des gisements précédents, quelques points qui ont été exploités dans le même but. C'est ainsi qu'aux environs de Mussiège et de Frangy s'observe un calcaire bréchiforme, imprégné d'asphalte (sentier de Malpas à Mussiège; Pont des Donates). A Lovagny, dans les gorges du Fier, le pissasphalte suinte sur les parois d'une galerie abandonnée et vient se solidifier sur le sol, dont il cimente les débris.

Eocène.

Cévennes. — *Gard.* Les calcaires éocènes de Servas, aux environs des Fumades, et de Saint-Jean-de-Marvéjols, du Mas-Chabert sont imprégnés par de l'asphalte. A Saint-Jean-de-Marvéjols, les zones bitumineuses sont parallèles à la stratification. Ces gisements sont concédés.

Aquitanien.

[**Alsace**]. — Les exploitations de Lobsann sont faites sur des calcaires asphaltiques, situés à 3 km. au Sud sur le prolongement des sables pétrolifères de Pechelbronn (voir p. 633) ; ils renferment jusqu'à 18 °/₀ d'asphalte.

Sables asphaltiques.

Grâce à leur porosité plus grande, les sables sont imprégnés par les hydrocarbures d'une façon beaucoup moins locale que les calcaires. Les hydrocarbures s'y sont parfois répandus sur une grande surface et y sont régulièrement distribués.

Carbonifère et permien.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. En 1904, l'exécution à Blanzy d'un travers-banc, à 400 m. de la surface (puits Sainte-Eugénie), pour la délimitation du houiller et du permien très bouleversés par un accident nommé faille de l'Est, a fait rencontrer des grès très fissurés, imprégnés d'un pétrole noir visqueux (Termier, *B.S.G.* XXXII. 830. 1904) au voisinage d'une couche disloquée de schiste bitumineux. En quelques jours, il en a été recueilli plus de 500 litres ; ce pétrole ressemble à celui d'Amérique ; il donne des huiles lampantes, plus légères que celles obtenues par la distillation des schistes du même bassin, de l'huile à gaz, des huiles de graissage, de 3 à 4 °/₀ de paraffine, mais pas de benzine. M. Cambray, ingénieur de la Société des schistes bitumineux, qui a étudié ce produit m'a signalé que le schiste voisin essayé en même temps, ne rendit que fort peu d'huile brute (3 °/₀), aussi pense-t-il que ce pétrole résultait peut-être d'une distillation partielle du schiste, consécutive à la production de la faille de l'Est.

Dauphiné. — *Isère*. M. G. Friedel m'a signalé que des sondages, effectués en 1908 pour la recherche du prolongement du bassin houiller de Saint-Étienne sous la plaine du bas Dauphiné, a fait trouver des grès houillers, imprégnés de pétrole, sur quelque 80 mètres d'épaisseur, au sud du Pont-de-Cheruy, au N. de Chavagnieu ; les carottes de sondage renfermaient 2 °/₀ en poids de ce pétrole.

Oligocène.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Berthier a étudié (*A.M.* XIII. 613. 1838) des sables micacés imprégnés d'un pétrole, soluble en partie dans l'alcool et l'éther, se trouvant à Saint-Martin-de-Fugères, aux Sognes en Laussonne, aux Avits en Coubon. Les sables imprégnés sont noirs et luisants, mélangés de veines d'un brun-cannelle. Ils sont cas-

sants et se pulvérisent sans s'agglomérer sous le pilon; ils ne se ramollissent pas dans l'eau bouillante.

Aquitanien.

Pyrénées. — *Landes.* A 5 km. environ au sud des sources bitumineuses de Bastennes, se trouve, au voisinage d'une ophite, un gisement de sable coquillier à *Cardita Jouanneti*, imprégné d'asphalte dans la proportion de 1/5. L'exploitation des anciennes concessions d'Armentieu et de l'Échalassière est abandonnée depuis longtemps, de même que celle des environs de Gaujac (concession de la Bourdette et de Pozat).

Basses-Pyrénées. La molasse de Sainte-Suzanne près d'Orthez est aussi imprégnée d'asphalte, qui se trouve également en masses compactes très pures [1].

[**Alsace**]. — Des exploitations très actives sont faites à Pechelbronn [2], au Nord de Lobsann, sur des marnes grises ou verdâtres, localement sableuses, associées à des sables plus ou moins cimentés par de la calcite. Le sable, imprégné de pétrole, est disposé en veines aplaties parallèlement à la stratification. Le pétrole de ce gisement est visqueux, d'un brun foncé (*graisse de Strasbourg* des anciens auteurs) ; il a été étudié notamment par M. Le Bel (*C. R.* LXXIII. 499. 1871 et *Bull. Soc. hist. nat. Colmar*, 1886. 445). Il se dégage de ce gisement de l'hydrogène proto-carboné et, en 1883, des sondages ont fait rencontrer du pétrole jaillissant, assez fluide.

D'après M. Le Bel, le pétrole épais, noir de Pechelbronn (densité 0,892 à 0° et 0,857 à +50° C.) a la composition suivante : C 85,0; H 12,0; O 2,3. On obtient par distillation 7,8 % à +180° C; 15, 2 à +200°; 25,7 à 220° et 40,6 à 260° C.

Les gisements de Schabwiller fournissent un pétrole de couleur

1. La collection du Muséum renferme un échantillon d'une arène granitique imprégnée d'asphalte et indiquée comme provenant d'Escouloubre (*Aude*); je n'ai pas de renseignements précis sur ce gisement.

2. Ce sont les produits de ce gisement qui ont servi à Boussingault à établir (*A.P.C.* LXIV. 141. 1837 et LXXIII. 442. 1840) sa théorie, d'après laquelle tout asphalte serait formé par une huile (*pétrolène*) et un solide (*asphaltène*), théorie que les études ultérieures n'ont pas confirmée. Boussingault attribuait au pétrolène la formule $C^{10}H^{16}$ avec la composition moyenne suivante : C 88,4 ; H 12,5.

claire, bouillant à basse température, que M. Le Bel a comparé au pétrole américain.

Argiles pétrolifères et asphaltifères.

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Des tentatives infructueuses d'exploitation ont été faites jadis sur des argiles imprégnées d'asphalte de la Bernarde à Espaly.

Algérie. — *Oran.* Une région pétrolifère, qui sera peut-être intéressante au point de vue économique, est celle du Dahra et de Relizane, à une cinquantaine de kilomètres de Mostaganem. Dans le Dahra, le point exploré est Aïn-Zeft et Beni-Zenthis, où l'on n'a trouvé que des traces de bitume. Dans la région de Relizane, le centre de recherches est Tliouanet ou Chabet-Msilah (Messila).

Un pétrole noir a été rencontré dans des sondages au milieu de marnes, pliocènes dans le premier centre, burdigaliennes dans le second. Le pétrole de Messilla, de densité de 0,830, donne 5,50 °/₀ d'huiles légères, 50 °/₀ d'huile lampante, 12,50 d'huiles lourdes lubréfiantes (De Launay, *op. cit.*, 277).

4° *Dans les récifs coralliens.*

Antilles. — *Martinique.* Je dois à l'obligeance de M. Dublancq-Laborde d'intéressants échantillons, qu'il a recueillis sur la côte orientale de la Martinique, près de l'îlot Thierry et de l'îlot du Cabrit. Ils consistent en *pissasphalte* et en *asphalte*, qui viennent se déposer à la surface des rochers de la côte, en masses parfois assez importantes.

Il faut rapprocher cette observation de celle faite par H. de Saussure (et rapportée par A. Jaccard : *Le pétrole*, *op. cit.*, 1895. 213) sur les côtes de Cuba, au voisinage de la Havane. On peut se demander si ces hydrocarbures ne résultent pas de l'oxydation de carbures d'hydrogène, formés par la décomposition des débris organiques accumulés dans les récifs coralliens, qui bordent la côte. En tout cas, aucune observation faite sur le sol volcanique même de la Martinique n'y a fait rencontrer jusqu'ici de gisement bitumineux.

5° *Dans des gisements métallifères* [1].

Plateau Central. — *Allier.* Les filons d'érubescite de la Prugne

1. Voir page 628, pour le gisement de Privas.

ont fourni autrefois de petites masses d'asphalte, dont la collection du Muséum possède un échantillon.

6° *En inclusions dans le quartz.*

Le quartz des gisements les plus divers renferme souvent des carbures d'hydrogène dans ses inclusions liquides.

C'est ainsi que Davy a décrit (*Phil. Transact.* CII. 367. 1822) un pétrole brunâtre, qu'il a rencontré dans des inclusions du quartz hyalin de la Gardette (*Isère*) : ce pétrole se solidifie à + 14° C., brûle avec une fumée blanche et semble posséder un point d'ébullition assez élevé.

En chauffant, dans le vide, du quartz des filons stannifères de la Villeder (*Morbihan*), donnant par le choc une odeur empyreumatique, M. Tronquoy a constaté la sublimation de gouttelettes d'un pétrole brunâtre.

ÉLATÉRITE

Amorphe.

Formes, facies, dureté. L'élatérite ou *caoutchouc minéral*, ou *bitume élastique*, est molle; elle adhère quelque peu aux doigts; elle durcit par exposition à l'air.

Densité. 0,91 à 1,23.

Coloration et éclat. Brun foncé presque noir. Translucide en lames très minces et alors d'un rouge orangé foncé terne.

Composition chimique. La composition chimique est d'environ : C 85 ; H 13. Il existe toujours un peu de résidu insoluble et généralement une très petite quantité d'oxygène.

Henry a publié (*Ann. Sc. nat.* III. 439. 1824 et *A. M.* XII. 269. 1826) l'analyse suivante : C 58, 26; H 4,89; Az 0,104; O 36,746 = 100,00, de l'élatérite de Montrelais, analyse que Des Cloizeaux (*op. cit.* II. 49) considère comme inexacte ; cette composition est en effet celle de la *dopplérite*, qui possède des propriétés différentes. Je n'ai malheureusement pu réunir une quantité suffisante de matière pour une nouvelle analyse.

Essais pyrognostiques. Comme pétrole.

Diagnostic. Se distingue du *pissasphalte* par sa consistance et ses propriétés élastiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'élatérite se trouve dans des gisements sédimentaires, et le plus

souvent dans ceux de combustibles fossiles, dont elle ne constitue qu'un accident minéralogique.

1° *Dans les assises carbonifères.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* L'élatérite a été découverte, en 1816, dans la mine de Montrelais (puits Saint-André), au milieu de géodes tapissées de quartz et de calcite (Ollivier, *Ann. Sc. nat.* II. 149. 1824) ; elle y formait de très petites masses assez impures (voir plus haut) : le seul échantillon que j'ai observé se trouve dans la collection du Muséum : ce minéral n'a plus été rencontré depuis sa découverte datant de près d'un siècle.

Vendée. — *Vendée.* L'élatérite a été signalée dans la mine de houille de la Boufferie en Puy-de-Serre et de Faymoreau, ainsi que dans le bassin de Vouvant (Fournel. *Et. gîte houil. et métall. Bocage vendéen.* 1836. 83.) La collection du Muséum en renferme un échantillon, provenant du premier de ces gisements ; il est associé à une résine fossile (*vendéennite*) dans les fentes d'un grès.

Plateau Central. — *Nièvre.* J'ai observé une petite masse d'élatérite dans une géode de dolomite de la mine de houille de la Machine.

2° *Dans les assises jurassiques.*

Cévennes. — *Gard.* E. Dumas a signalé (*Stat. minér. Gard.* II. 721. 1877) de petites masses d'élatérite, dans les loges d'*Ammonites cornucopiæ* (toarcien) de Fressac.

3° *Dans les assises crétacées.*

Cévennes. — *Gard.* Le même auteur a indiqué l'existence de petits nodules d'élatérite dans un lignite, au nord de Laudun.

HYDROCARBURES OXYGÉNÉS

GROUPE DES RÉSINES FOSSILES.

(*SUCCINITES ET RÉTINITES*)

Les résines sont des composés de carbone, d'hydrogène, d'oxygène avec quelquefois un peu de soufre ; leur constitution est en général assez mal connue. Cette observation s'applique *a fortiori* aux résines fossiles, qui, d'ailleurs, se rencontrent souvent en quantité trop faible pour qu'il soit possible d'en faire l'objet d'études approfondies.

La composition des diverses résines fossiles est différente, non seulement parce qu'elles proviennent de végétaux différents suivant l'âge des couches où on les rencontre, mais encore parce que dans un même niveau géologique, elles ont pu être soumises à des conditions physiques différentes, qui ont entraîné une oxydation secondaire d'intensité variée. Ces résines fossiles, en effet, se distinguent d'une façon générale des résines actuelles en ce qu'elles sont plus oxydées.

Il est assez difficile de se reconnaître au milieu de la multiplicité des noms de variétés qui ont été créées, parfois sans raison bien valable, pour désigner des résines de gisements différents ; aussi me contenterai-je d'établir deux séries, appelée : l'une *succinite* parce que les résines qu'elle constitue, donnent par distillation de l'acide succinique, l'autre *rétinite* qui ne fournit pas cet acide.

Formes et facies. Les résines fossiles constituent des masses irrégulières, amorphes, dépourvues par suite de clivages ; leur cassure est conchoïde. L'examen microscopique y montre des pores à gaz ; elles englobent fréquemment des débris organiques, végétaux ou animaux (insectes en particulier). Enfin elles sont fréquemment imprégnées de pyrite.

Dureté. 2 à 2,5. Fragiles.

Densité. 1,050 à 1,096.

Coloration et éclat. Jaunes de diverses nuances, brunes, rougeâtres, blanches. Transparentes ou translucides ; devenant opaques par altération. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Normalement monoréfringentes, mais présentant souvent des phénomènes de biréfringence par trempe. L'indice de réfraction est voisin de 1,53.

Propriétés électriques. Se chargent d'électricité négative par friction.

Composition chimique et essais pyrognostiques[1]. Les diverses résines fossiles ont une composition centésimale différente ; elles ont fréquemment des fonctions chimiques distinctes. Il n'y a guère que le succin de la Baltique qui ait été étudié d'une façon un peu complète. D'après MM. Tschirch et Awenz (Tschirch, *Die Harze und die Harzbehälter*. 1906) l'alcool en dissout 30 °/₀, et il reste 70 °/₀ d'insoluble (*succinine* de Berzélius). La partie soluble est constituée par un éther succinoabiétique du bornéol [(bornéol = $C^{10}H^{18}O$)] (2 °/₀ de l'ambre) et par de l'acide succinoabiétique libre. Quant à la partie insoluble, elle est constituée par un éther de l'acide succinique ($C^6H^6O^4$) avec le succinorésinol ($C^{12}H^{20}O$).

Par distillation dans un tube fermé, les *succinites* donnent de 3 à 7 °/₀ d'acide succinique (qui se sublime en petites aiguilles [1]), une huile verdâtre très odorante, de l'eau, etc. Le point de fusion est de 355° à 360° C.

Les *rétinites* ne donnent pas d'*acide succinique* par distillation. Les nombreuses variétés ayant reçu des noms différents se distinguent les unes des autres par leur très inégale solubilité vis-à-vis des divers solvants [2]; la *copalite* (résine de Highgate), qui est l'une d'elles, ressemble beaucoup au copal; elle est presque insoluble dans l'alcool et se différencie des autres résines fossiles par sa pauvreté en oxygène (2 à 3 °/₀).

1. Les cristaux d'acide succinique n'apparaissent que lorsque le tube est complètement refroidi; il est commode de coiffer d'un autre tube celui dans lequel on fait l'essai ; les cristaux sublimés sont aciculaires, orthorhombiques et très biréfringents.

2. La température de fusion pourrait être d'un bon secours pour le diagnostic des résines fossiles. D'après des essais de M. Gaubert, à 250° C. la rétinite d'Auteuil et de Bata se ramollissent et restent transparentes comme le fait la succinite. A 200° C., les rétinites de Forcalquier et de Thonon (*allingite*) se ramollissent; celle de Gisors se gonfle et devient opaque. A 150° C., la rétinite de Saint-Lon se ramollit et devient opaque, celles de Briollay, (presque fondue), d'Angoulême, se ramollissent facilement : celle de Villers en Prayères etc., commence seulement à se ramollir, alors que la résine de Saint-Florentin se gonfle, devient opaque et cassante.

Je donne ci-contre l'analyse *a*) de la succinite de la Baltique par Helm (*Schrift. Ges. Dantzig*. VII. 192. 1891) ; puis des résines fossiles : *b*) de Briollay (*Maine-et-Loire*) ; *c*) de Saint-Lon (*Landes*) ; *d*) de Villers en Prayères (*Aisne*) ; *e*) et *f*) de Meudon (*e* transparente et *f* opaque). Ces dernières analyses ont été faites, sur ma demande, par M. Demoussy, assistant au Muséum.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
C.........	78,63	80,2	78,3	76,8	75,6	73,9
H.........	10,48	10,3	9,9	9,6	9,4	9,3
O.........	10,47	8,8	11,2	12,4	14,7	16,2
S.........	0,42	0,5	0,26	0,94	0,07	0,13
Cendres...	»	0,15	0,3	0,2	0,2	0,43
	100,00	99,95	99,96	99,94	99,97	99,96

Altérations. Par altération, les résines, de transparentes deviennent opaques. Les analyses *e* et *f*, faites sur les portions transparentes ou opaques d'un même échantillon, montrent que l'altération consiste bien dans une oxydation.

Diagnostic. On a vu plus haut que, par définition, les *rétinites* se distinguent des *succinites*, en ce qu'elles ne donnent pas d'acide succinique dans le tube par distillation.

J'ai suivi l'usage, adopté actuellement par tous les minéralogistes, mais je ferai remarquer qu'en proposant le terme de succinite, A. Brongniart lui a donné (*Tableau espèces minér*. 1833. 45) une signification inverse ; il l'employait par opposition au *succin*, caractérisé par l'acide succinique qu'il donne dans le tube.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les résines fossiles ayant été fournies par des végétaux au cours de diverses périodes géologiques, leurs gisements originaux sont ceux où il existe des combustibles fossiles (houilles et surtout lignites), mais elles ont été souvent arrachées à leur gisement originel et entraînées dans le sable de la mer (comme dans la Baltique actuelle par exemple), ou dans celui des rivières.

Commercialement, le nom d'*ambre* est réservé aux résines fossiles ayant certaines qualités de cohésion, qui permettent de les tailler. Ces qualités sont indépendantes des divisions établies plus haut ; c'est ainsi que l'ambre de la Baltique comprend non seulement la *succinite*, mais diverses rétinites (*gédanite*, *glessite*), dépourvues d'acide succi-

nique; l'ambre de Roumanie (*roumanite*) est une succinite donnant autant d'acide succinique que l'ambre de la Baltique, alors que celui de Sicile (*simétite*) donne à peine d'acide succinique par distillation.

Aucune des résines françaises, ou tout au moins aucune de celles que j'ai examinées, ne mérite le nom d'ambre (sauf peut-être celle de Bata, *Congo*) ; elles sont toutes tendres et fragiles, impropres à la taille; elles se rapportent généralement au groupe des rétinites.

1° *Dans les assises paléozoïques.*

Carbonifère.

Vendée. — *Vendée.* Une résine rouge, jaune ou jaune verdâtre, associée à de l'élatérite, a été rencontrée dans les fentes des grès houillers de Faymoreau et de Chantonnay. Rivière l'a désignée sous le nom de *vendéennite* (*C. R.* XI. 208. 1840); l'unique échantillon que j'ai examiné présente cette résine sous forme de petits grains, en partie opaques.

Plateau Central. — *Loire.* Drapiez a signalé (*Ann. Soc. phys. Bruxelles*, I. 109. 1819) une résine fossile dans les mines de houille de Saint-Symphorien-de-Lay, près Roanne.

Saône-et-Loire. J'ai observé un rognon d'une résine brune et opaque, engagé dans la houille de Blanzy.

2° *Dans les assises jurassiques.*

Cévennes. — *Gard.* Leymerie a signalé (*Cours Minér.* II. 399. 1859) dans les lignites piciformes bathoniens du Vigan, une résine en gouttes noirâtres, parfois soudées ensemble: il l'a assimilée à la *sclérétinite* de Wigan en Angleterre, décrite par J. W. Mallet. La poussière est d'un brun cannelle ; l'éclat brillant. La densité est de 1,13 ; la dureté, supérieure à celle des autres résines, serait à peu près celle de la calcite.

Saintonge. — *Charente.* Une résine jaune se trouve dans les marnes du Pont-du-Cluseau près Chantrezac (Coquand, *Descr. géol. Charente.* I. 1858. 105).

3° *Dans les assises crétacées.*

Crétacé inférieur.

Bassin de Paris. — *Seine*. Un morceau de résine, d'un jaune ambré, a été recueilli par M. Péroux, dans les sables verts du gault rencontrés à 580 mètres de la surface, lors du sondage du puits artésien de Maisons-Laffitte (*C.R.* CL. 59. 1910) ; cet échantillon, pesant environ 10 gr., se trouve actuellement dans la collection du Muséum.

Seine-Inférieure. On a rencontré de la rétinite dans les argiles glauconieuses de l'albien à Cauville.

Ardennes. — *Meuse*. M. Evrard m'a signalé l'existence de fragments d'une résine fossile dans le gault de Varennes-en-Argonne.

Bourgogne. — *Yonne*. Une résine fossile est assez abondante dans les grès verts du gault aux Buissons près Saint-Florentin (rétinite jaune rougeâtre, friable), ainsi qu'à Avrolles (jaune pâle).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. On a rencontré de la rétinite dans les marnes aptiennes de Sainte-Suzanne et de Costebarbe.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Une rétinite se trouve également dans les environs de Forcalquier (Ongles, Sainte-Croix-à-Lauze, Montagne de Lure) et de Sisteron (Saint-Geniès-de-Dromont).

Vaucluse. Je citerai le gisement de Rustrel.

Cénomanien.

Anjou. —*Maine-et-Loire*. La résine abonde parfois en gros nodules dans les grès ; on peut citer à cet égard : Andard, Briollay (résine jaune opaque, analyse *b*), Plessis-Grammaire. M. Couffon m'a signalé en outre les gisements suivants : Saint-Georges-Chatelaison, Morannes, Le Couday, Macouard, Saint-Barthélemy (ferme des Petits Ambillons), landes de la forêt de Pontmenard, au nord de Judarveil sur la route de Châteauneuf-sur-Sarthe, moulin de Langerie, le Haut Vau, Soulaire, Saint-Saturnin près du château de Margas.

Maine. — *Sarthe*. Dans les grès des environs de la Suze : dans les argiles ligniteuses reposant sur le précambrien de la rive gauche de la

Sarthe, à l'ouest de Précigné, petits grains d'un jaune brunâtre, fragiles (Matte. *B. C. F.* XIX. 45. 1908).

Poitou. — *Vienne*. On a rencontré de la résine jaune de miel dans le lignite de la base des grès à Chenéché.

Bassin d'Aquitaine. — *Charente*. Une résine abonde en masses translucides d'un brun jaune, opaques, dans les grès et les argiles des environs d'Angoulêmes (Pont-du-Basseau, Petit-Bardin dans la plaine de Saint-Yrieix ; Rochine en Pontouvre, La Couronne). Aux Châteliers en les Adjots, elle se présente en gros fragments jaunes, opaques, avec veines rougeâtres transparentes; il faut encore citer Sireuil, Berland en Bourg-Charente.

Charente-Inférieure. Des blocs d'une résine jaune et opaque (par oxydation), atteignant la grosseur de la tête (collection du Muséum), peuvent être recueillis dans les lignites de l'île d'Enet près de l'île d'Aix; c'est avec Saint-Lon le gisement français le plus important.

Dordogne. Une résine fossile a été rencontrée dans les lignites du Sarladais.

Cévennes. — *Gard*. Dans le lignite de Mézerac en Saint-Paulet-de-Caisson, de Carsan, du Pin, des nodules de rétinite d'un jaune rougeâtre ou d'un brun jaune, à surface rugueuse, atteignent la grosseur d'un œuf.

Turonien.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Une résine fossile a été trouvée dans les couches saumâtres des bords de l'Étang de Berre, et non loin de celui-ci, dans la Charbonnière des bois de la Mède en Châteauneuf-lès-Martigues.

Danien.

Pyrénées. — *Haute-Garonne*. Leymerie a signalé (*Descr. géol. des Pyrénées de la Haute-Garonne*, 1881) de la rétinite dans les lignites de son garumnien aux environs de Salies-du-Salat.

Corbières. — *Aude*. Les grès d'Alet (aturien) renferment fréquemment une résine d'un jaune foncé, accompagnant le jayet à Sougraine.

C'est certainement du même gisement ou de gisements voisins que proviennent les échantillons étiquetés dans les collections : Bugarach, Rennes-les-Bains et aussi Soulatge : cette dernière localité est peu éloignée des précédentes, mais il ne se trouve pas de grès d'Alet à son voisinage.

Gisements crétacés d'âge précis incertain.

Landes. Le gisement français le plus remarquable à citer pour les résines fossiles se trouve à Saint-Lon, entre Dax et Peyrelade. Des blocs de résine translucide d'un brun rouge, très fragile, atteignant la grosseur de la tête (collection du Muséum), y ont été trouvés dans un lignite pyriteux [crétacé inférieur d'après Delbos (*Bassin de l'Adour*, 585), crétacé moyen d'après Raulin ; peut-être molasse helvétienne d'après M. Dollfus].

Du succin brun a été rencontré dans une recherche de lignite sur les bords de l'Estampon (à 1900 m. à l'ouest de l'église de Grauloux en Losse) ; ce lignite est quelquefois aussi imprégné d'une résine blanche (Lefebvre, *Ann. Mines*. IX. 258. 1836).

Congo. — C'est soit à l'albien, soit au cénomanien qu'il faut rapporter des grès riches en une résine jaune, translucide, et en empreintes végétales malheureusement indéterminables, se trouvant sur la côte à Bata. Cette résine, dont j'ai étudié de nombreux échantillons, est plus dure et plus résistante que celle des gisements français en général ; elle se rapproche à ce point de vue de l'ambre de la Baltique, mais elle ne donne pas d'acide succinique par distillation.

4° *Dans les assises tertiaires*.

Eocène.

Bassin de Paris. — Les résines fossiles sont assez abondantes dans les lignites de l'argile plastique sparnacienne; elles sont généralement très fragiles et souvent altérées par suite de la décomposition de la pyrite qui les accompagne. Voici quelques gisements dont j'ai étudié des échantillons.

Seine et Seine-et-Oise. Les gisements les plus anciennement connus, sont : Auteuil (C. A. Becquerel. *J. P.* LXXXIX. 239 et 308. 1819.), Passy, Meudon, Vaugirard. La résine de Meudon est jaune d'or et

translucide (analyse *e*), quand elle est intacte, mais devient opaque et blanchâtre par oxydation (analyse *f*).

Je dois à M. Fritel de beaux échantillons, d'un jaune d'or, transparents, trouvés récemment dans la carrière du moulin de la Roche à Arcueil.

Le point de fusion des rétinites de la région parisienne se rapproche de celui de la succinite de la Baltique.

Oise. Environs de Gisors (résine transparente) d'un beau jaune d'or, marais de Genvry et entre ce village et le bois d'Amy.

Seine-Inférieure. Mortagne en Incherville.

Eure. Noyers près Vesly, beaux échantillons translucides.

Aisne. Les lignites de Villers en Prayères ont fourni des échantillons d'une succinite, d'un brun souvent rougeâtre, de grandes dimensions (analyse *d*) ; environs de Soissons (Annois, Beaurieux. Homblières).

Flandre. — *Nord*. C'est au même niveau (landénien supérieur) que des résines ont été trouvées aux environs de Cambrai, à Dimont, à Berlaimont.

[*Belgique*]. Les argiles de l'éocène inférieur renferment quelques gisements de résine ; ils rappellent ceux du département du Nord. Succinite : Binche, Houdeng, Aimeries, Trahenières [Sur ce gisement très riche, voir Drapiez (*Ann. Soc. phys. Bruxelles*. I. 1819. 109], Laval-Trahegnies, Wommerson près Tirlemont, etc. Une résine plus friable que les précédentes et ne donnant pas d'acide succinique à la distillation (*retinellite*. Malaise. *Man. Minér.* 1893. 168) a été trouvée en rognons d'un jaune clair, verdâtres ou rougeâtres à Strepy-Bracquenies et à Sars-Longchamps.

Oligocène.

[**Alsace**]. — A Lobsann (Daubrée. *Descr. géol. Bas-Rhin* 1852. 427), des couches ligniteuses renferment de petits grains d'une résine jaune de miel ou brune, ne dépassant guère la grosseur d'un pois.

Miocène.

Alpes. — *Haute-Savoie*. La molasse aquitanienne des Allinges, près Thonon, renferme en abondance une résine jaune, translucide,

ou même transparente, qui a été décrite sous le nom d'*allingite* par M. Aweng (*Arch. Pharm.* 232. 1893). Cette résine, dont la densité est de 1,076, contient de l'azote et du soufre ; le bornéol et l'acide succinique font défaut: l'acide de la résine n'est pas identique à l'acide succinoabiétique.

RÉSINES SUBFOSSILES

On rencontre dans beaucoup de collections minéralogiques des échantillons, parfois volumineux et souvent transparents, de résines, dont la couleur varie du blanc jaunâtre au jaune foncé ; elles sont indiquées comme ambre du *Congo*, de *Madagascar*, ou de la *Nouvelle-Calédonie*.

Ces résines ne sont que subfossiles : elles fondent à une température plus basse que les précédentes (au-dessous de 140°) et leur composition est très voisine de celle de la résine de copal actuelle. Elles proviennent d'essences végétales vivant encore, conifères (résine de Kauri de la *Nouvelle-Calédonie*) ou césalpinées (résines de *Madagascar*, du *Gabon*, du *Congo*, de *Loango*, etc.).

Ces résines se sont répandues à terre, y ont été enfouies pendant un temps souvent fort long, puis ont été ensuite arrachées par les eaux courantes et charriées par les cours d'eau.

Tel est le cas en particulier de beaux échantillons d'une résine jaune clair provenant de la région de Brazzaville au *Congo*, et dont la collection du Muséum est redevable à M. L. Fourneau. Le Congo portugais a fourni au commerce une quantité de matière assez considérable de résine de même nature, recherchée pour la fabrication des vernis.

THÉLOTITE

Le *boghead* est une roche schisteuse, noire, compacte, élastique, à cassure conchoïde brillante, beaucoup plus riche en produits volatils que les charbons; d'après les études de B. Renault et de M. E. Bertrand, il est constitué essentiellement par des thalles[1] d'algues

1. Ceux-ci étant constitués par de la gélose, M. C. Eg. Bertrand appelle les bogheads les charbons gélosiques. Le *cannel-coal* est constitué par des spores et des sporanges de cryptogames vasculaires et des grains de pollen de gymnospermes.

(*Pila bibractensis*) noyés dans une masse brune, que B. Renault a appelée *thélotite* (*Bull. soc. sc. nat. Autun.* V. 193 et *Bull. indust. min. Saint-Étienne* IV. 2. 1892). Celle-ci est noire, vitreuse quand on l'observe en masse, transparente en lames minces, et alors d'un brun rouge ou jaune foncé; elle est insoluble dans l'alcool, l'éther, l'essence de térébenthine.

La thélotite forme dans le boghead de petites masses, des veinules; elle est difficilement rayée par l'acier; elle imprègne la roche, enveloppe et colore les thalles. Peut-être faut-il la rapprocher du groupe des résines et en particulier de la *bathvillite* se trouvant dans le boghead (torbanite) de Torbane Hill en Écosse.

Le boghead renferme des concrétions siliceuses, dans lesquelles la thélotite est gonflée, altérée ; elle est d'un brun acajou ou de couleur terre de Sienne, elle peut alors fondre avant de brûler. Elle s'observe aussi dans les parties les plus foncées des schistes bitumineux sous forme de minces lentilles horizontales.

Par distillation du boghead, on en extrait des gaz (environ 5 °/₀), des huiles (de 4 à 15 °/₀), de la paraffine et enfin de l'eau ammoniacale (3,15 °/₀). L'huile de schiste brute a une densité de 0,87 à 0,9; elle renferme des carbures saturés (C^nH^{2n+2}), des carbures non saturés (C^nH^{2n}, C^nH^{2n-6}, C^nH^{2n-2}). Les carbures non saturés (C^nH^{2n}) distillent surtout entre 80° et 350° C. Le goudron, que laisse cette distillation, est noir, visqueux, il renferme des phénols, des bases pyridiques et des produits sulfureux.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Le bassin d'Autun renferme d'importants gisements de boghead et de schistes bitumineux, d'âge permien, activement exploités dans les concessions de Millery, Surmoulin, Margenne, Ravelon, et se trouve dans de nombreuses localités du voisinage : les Thélots (Télots), l'Orme, etc. Le minerai est distillé pour l'extraction de l'huile de schiste.

Allier. Des gisements analogues, surtout riches en schistes bitumineux, se trouvent à Buxière-la-Grue et à Saint-Hilaire.

COMBUSTIBLES FOSSILES

Les combustibles fossiles résultent de la décomposition, sous une action microbienne, de végétaux d'âge géologique varié ; ils dérivent par conséquent plus au moins directement de la cellulose $(C^6H^{10}O^5)^x$, qui constitue les organes de soutien de toutes les plantes ; celle-ci a perdu de l'hydrogène et de l'oxygène au cours de la fermentation et le résidu s'est ainsi enrichi en carbone.

Par l'intermédiaire des *lignites* et des *houilles*, il existe une série continue, s'étendant de la *tourbe*, dont la composition est voisine de celle des végétaux vivants, jusqu'à l'*anthracite*, presqu'entièrement constitué par du carbone.

L'étude micrographique a permis à divers savants et notamment à Bernard Renault et à M. C. Eg. Bertrand de préciser, dans bien des cas, la nature des végétaux entrant dans la constitution de combustibles dont la structure organisée n'est plus apparente à l'œil nu et de suivre les transformations successives que ces végétaux ont subies du fait de la fermentation microbienne. Ces micrographes ont ainsi jeté un jour très vif sur la genèse des combustibles fossiles en général. Ces diverses questions sortant du cadre de cet ouvrage, aussi bien que la discussion des théories proposées pour expliquer l'énorme accumulation de végétaux dans des bassins limités, je me contenterai de cette simple indication.

Les combustibles fossiles peuvent être distingués les uns des autres grâce à leurs caractères morphologiques, mais surtout par leur constitution chimique dont dépendent leurs propriétés calorifiques et par suite leur intérêt économique. Je les passerai en revue dans l'ordre décroissant de leur teneur en carbone.

Tous ces combustibles présentent la caractéristique commune d'être complètement solubles au-dessous de 100° dans un mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique ; ils se transforment alors en acides bruns (Berthelot).

Les carbures et les autres produits mis en liberté par la distillation des combustibles ne préexistent pas dans ceux-ci ; ils ne peuvent en

effet en être extraits par leurs dissolvants habituels. Ils prennent naissance au cours de cette distillation, qui est destructrice.

COKÉITE

La distillation à l'air libre ou en vase clos de la houille et de l'anthracite leur fait perdre des produits volatils et les transforme en *coke*, uniquement constitué par du carbone et par le résidu minéral qui, après la combustion du coke, forme les cendres.

Le coke offre différents aspects suivant la nature du combustible aux dépens duquel il a été fait et suivant les conditions physiques dans lesquelles s'est effectuée la distillation : ces aspects constituent l'une des caractéristiques différentielles des combustibles (voir le tableau de la p. 652). Dans un grand nombre de cas, le coke est une substance poreuse légère, sonore, d'un gris de fer plus ou moins brillant ; il brûle sans odeur, ni fumée.

Je désigne sous le nom de *cokéite* celui qui est formé par des procédés géologiques naturels. La cokéite est souvent plus compacte que le coke fabriqué dans l'industrie.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La *cokéite* se produit dans trois conditions différentes.

On l'a observée dans des portions de couches de houille ou d'anthracite en contact avec des filons de roches éruptives ; la distillation du combustible a été dans ce cas déterminée par l'action calorifique du magma, au moment de sa mise en place. M. Fayol a signalé (*Bull. indust. minér. Saint-Étienne*, Livre I, 49. 1887) des exemples de ce fait dans les mines de Commentry (*Allier*) au contact d'une *porphyrite* (*dioritine*) : cette cokéite ressemble à la houille longtemps calcinée par les incendies souterrains ; elle ne dégage plus de gaz, elle est difficile à enflammer : dans d'autres cas, elle est fondue.

Des phénomènes de distillation plus ou moins avancés de houille s'observent aussi parfois (notamment dans le bassin d'Autun) au voisinage d'accidents tectoniques (failles, etc.).

Enfin et surtout, la cokéite se produit dans les incendies spontanés des gisements de houille (voir à *salmiac*). J'ai examiné des échantillons formés par ce processus et provenant en particulier de Cransac, de Decazeville (*Aveyron*), de Commentry (*Allier*), de La Mure (*Isère*).

ANTHRACITE

L'anthracite possède une cassure conchoïde, un éclat résineux, un peu métalloïde ; sa couleur rappelle celle de l'encre de Chine. Sa poussière est noire ; il est fragile.

Dureté. 2 à 2,5.

Densité. 1,2 à 1,7.

Composition chimique. La caractéristique différentielle avec la houille réside dans la plus grande richesse en carbone et, par suite, dans la pauvreté en produits volatils. On trouvera page 652 des indications sur la composition centésimale.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau ; brûle avec une flamme courte. Dans le tube, dégage un peu d'eau, mais peu d'huiles volatiles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A l'inverse des autres combustibles fossiles, l'anthracite ne se rencontre pas exclusivement en amas stratifiés dans les terrains sédimentaires; on le trouve aussi dans des gisements métallifères, dans des veinules de calcite secondaire des terrains sédimentaires, etc.

1° *Dans les assises sédimentaires.*

Carbonifère.

Dinantien (Culm).

Maine. — L'anthracite, passant parfois à la houille maigre anthraciteuse, est le combustible du bassin du Maine.

Mayenne. Le Genest, Montigné, et les concessions suivantes non exploitées : La Bazouge-de-Chéméré, Bazougers, la Chaumière et les Bordeaux, Épineux-le-Séguin, Gomer, Linières et la Cigotière, l'Huisserie, Varennes.

Sarthe. Brûlon, Solesmes, Viré, Monfrou, Poillé, La Promenade, Sablé, cette dernière concession a été seule exploitée en 1909.

Plateau Central. — *Loire.* Dans le Roannais : La Bruyère, Bully et Fragny, Charbonnières, Combres, Le Désert, Lay, et enfin Régny.

Rhône. Crocomby.

Westphalien.

Flandre. — *Nord.* Les houilles maigres du bassin du Nord passent parfois à l'anthracite ; tel est le cas de celles de Vicoigne (8 °/₀ de matières volatiles), du nord d'Anzin, du nord d'Aniche, de Flines les-Raches (8 à 10 °/₀), d'Ostricourt (9 à 10 °/₀).

Alpes. — *Hautes-Alpes*. La Benoite, Chamandrin, Chanteloube, Combarine, Le Grand-Villard, Saint-Jacques, Saint-Jean, Pierre Grosse, Gagniare, les Congres, Le Fressinet, etc. Une partie au moins de ces gisements du Briançonnais sont à rapporter au westphalien.

Stéphanien.

C'est au stéphanien que se rapportent le plus grand nombre des gisements français d'anthracite et certains bassins houillers ne fournissent même que cette catégorie de combustibles. Voici les principaux gisements concédés à citer :

Plateau Central. — *Allier*. Deneuille.

Saône-et-Loire. Dans le bassin de Blanzy : les concessions réunies suivantes : Theurée-Maillot, les Badeaux, Perrecy-les-Forges.

Puy-de-Dôme. Charbonnier (8 à 10 °/₀ de matières volatiles), Messeix.

Gard. Certaines couches profondes de la Grand-Combe, Cessous et Comberedonde (7 à 8 °/₀).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Ibantelly.

Alpes. — La plupart des gisements houillers des Alpes françaises ne fournissent que de l'anthracite.

Haute-Savoie. Le Coupeau, les Vouavres.

Savoie. Arèches et Fontanus, Sordière, Bernard-la-Serraz, la Buffaz, Le Charmaix, La Clapière, Côte-Velin, Gorge-Noire, Plan d'Arc ; Champdernier, La Visard, Les Corbières, Saussaz-Châtelard, les Roches, Le Genevret, etc.

Isère. Mines de la Mure (La Grande Draye, le Châtelard, Les Béthoux Peychagnard, Les Chuzins), Laffrey, La Boutière, Pierre-Chatel et Saint-Théoffrey, Ternay, etc.

Var. Le Biançon, Les Vaux, Les Vernatelles.

Corse. Osani.

Jurassique.

Rhétien.

Tonkin. — On verra page 659 que les houilles du Tonkin sont anthraciteuses et que parmi elles il s'en trouve, qu'on peut véritablement rapporter à l'anthracite.

Crétacé.

Nouvelle-Calédonie. — On trouvera page 660 des renseignements sur les bassins houillers du crétacé supérieur ; le type de combustible

qui paraît y dominer, est l'anthracite, à éclat brillant ; tel est le cas dans le bassin de Nouméa (Mont-Dore et baie de Boulari), des couches Levat et Betchel à Moindou et enfin du bassin de Voh. Des analyses ont été données par M. Glasser (*A. M.* V. 555. 1904).

2° *Dans les veines de calcite des terrains sédimentaires et dans les gisements métalliques.*

L'anthracite de ce genre de gisement forme des fragments anguleux ou de petits nodules arrondis, à éclat extrêmement brillant.

On les rencontre dans les fentes de schistes carburés, à Lez près Saint-Béat (*Haute-Garonne*) par exemple, et plus souvent dans des calcaires : paléozoïques, entre Thuès et Canaveilles (*Pyrénées-Orientales*), à Tokoto (*Soudan*), dans la coquille des goniatites du westphalien du bassin du *Nord* ; jurassiques, Laffrey (*Isère*) ; crétacés, Maisonave, entre Orthez et Bayonne (*Basses-Pyrénées*), etc.

De petits fragments anguleux d'anthracite incrustés de calcite ont été trouvés dans les gisements ferrifères de Privas (*Ardèche*).

HOUILLES

Les houilles sont d'un noir de velours, leur éclat est résineux et vitreux ; la rayure est noire, elles prennent souvent des irisations superficielles. La densité, variable avec la teneur en matières volatiles, est de 1,25 (houilles sèches) à 1,35 (houilles maigres) ; la dureté de 2 à 2,5.

Elles sont fragiles, leur structure est compacte, parfois rubanée ou schisteuse ; elles se divisent souvent en lames, en feuillets dans la direction des strates, alors que dans les autres directions, la cassure est conchoïde ou inégale. D'autres fois, elles se divisent en solides polyédriques, par suite d'un retrait. On observe aussi des solides à formes bizarr es limités par des surfaces lisses et brillantes, dues à des glissements ou à des compressions.

Grâce à l'existence de restes macroscopiques de débris de plantes, l'origine végétale est souvent mise en évidence, sans qu'il soit nécessaire de faire usage du microscope.

Les gisements houillers renferment parfois une substance pulvérulente ou tendre, terne, tachant les doigts, désignée sous le nom de *fusain* ; elle est constituée par du bois à peine transformé par carbonisation, et ayant l'aspect du charbon de bois et notamment de celui de fusain.

Composition chimique. La classification des houilles peut être basée sur leur composition et par suite sur leurs propriétés industrielles : les tableaux suivants, empruntés à l'*Atlas général des houillères* de MM. F. Gruner et Bousquet (1909), résument leurs principales caractéristiques ; les nombres, qui y figurent, se rapportent au cas où l'on a déduit les cendres (dues à des impuretés), la pyrite, souvent abondante, et aussi l'humidité, dont les proportions, fort variables, ont une très grande influence sur la valeur économique du combustible.

	COKE	MATIÈRES VOLATILES	NATURE DU COKE	POUVOIR CALORIFIQUE RÉEL	POUVOIR CALORIFIQUE INDUSTRIEL
	p. %	p. %		Calories	kg. d'eau à 0°, vapor. à 112° par kg. de houille.
1. Houilles sèches à longue flamme..	55 à 60	45 à 40	Pulvér. ou légèr. fritté	8000 à 8500	6,70 à 7,50
2. Houilles grasses à longue flamme.	60 à 68	42 à 32	Comp[t] aggloméré, et génér. fondu.	8500 à 8800	7,60 à 8,30
3. Houilles grasses *str. sens*	68 à 74	32 à 26	Fondu et + ou — boursouflé.	8800 à 9300	8,40 à 9,20
4. Houilles grasses à courte flamme.	74 à 82	26 à 18	Fondu, compact.	9300 à 9600	9,20 à 10
5. Houilles maigres anthraciteuses...	82 à 90	18 à 10	Légér. fritté, le plus souv. pulvérulent.	9200 à 9500	9 à 9,50
6. Anthracites.....	90 à 92	10 à 8	Pulvér., décrépite souv.	9000 à 9200	9

	C	H	O + Az	$\frac{O+Az}{H}$
1. Houilles sèches à longue flamme...	75 à 80	5,5 à 4,5	19,5 à 15,5	4 à 3
2. Houilles grasses à longue flamme..	80 à 85	5,8 à 5,0	14,2 à 10,0	3 à 2
3. Houilles grasses, *str. sens*	84 à 89	5,0 à 5,5	11,0 à 5,5	2 à 1
4. Houilles grasses à courte flamme...	88 à 91	5,5 à 4,5	6,5 à 4,5	1 env.
5. Houilles maigres, anthraciteuses....	90 à 93	4,5 à 4,0	5,5 à 3,0	< 1
6. Anthracites........................	93 à 95	4,0 à 2,0	3,0 à 2,0	1 à 0,5

M. Ad. Carnot a publié (*A. M.* XVI. 424. 1879) le résultat de 700 analyses de combustibles français effectuées au bureau d'essai de l'École des Mines de 1845 à 1879 ; il a donné pour chacun d'eux le carbone fixe, les matières volatiles, les cendres, la nature du coke, et parfois le pouvoir calorifique.

Voici en outre le tableau de concordance des dénominations industrielles des diverses qualités de houille dans différents pays voisins du nôtre.

	France	*Belgique*	*Angleterre*	*Allemagne*
1. Houilles sèches à longue flamme.	Houilles flambantes	Flénus secs	Splint-coal	Sandkohle ou Magerkohle
2. Houilles grasses à longue flamme...	Charbons à gaz Charbons de forge	Flénus gras ou Mons	Cherry-coal	Sinterkohle
3. Houilles grasses, *str. sens*.........	(Houilles maréchales)		Caking-coal.	Backkohle ou Fettkohle
4. Houilles grasses à courte flamme.	Charbons à coke	Charbons durs ou Charleroi	Steam-coal (Cardiff).	
5. Houilles maigres ou anthraciteuses	»			Anthracit ou Magerkohle
6. Anthracites.....	»		Swansea	

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

A de rares exceptions près, les gisements houillers métropolitains se trouvent dans le carbonifère, alors que la plus grande partie des gisements coloniaux appartiennent au jurassique ou au crétacé

1° *Dans les assises carbonifères.*

Les renseignements consignés plus loin résultent de la coordination des indications données par MM. E. Gruner et Bousquet dans l'Atlas du *Comité des houillères de France*, et de celles fournies par l'*Annuaire* de ce Comité pour la même année, avec quelques modifications récentes qu'a bien voulu me signaler M. R. Zeiller. Il m'a paru préférable de donner le nom des concessions, plutôt que celui des villes ou villages auprès desquels se trouvent les gisements.

Au point de vue des qualités de houilles, les gisements français les présentent toutes, mais inégalement réparties suivant les bassins, ou dans l'étendue d'un même bassin.

Les *houilles anthraciteuses* sont surtout exploitées dans les couches de la région septentrionale du Nord et du Pas-de-Calais et à la base des bassins de la Loire, du Creusot, de Blanzy, du Gard, etc.

Les charbons à vapeur ou *houilles demi-grasses* abondent particulièrement dans le Nord et le Pas-de-Calais, dans le système inférieur de Saint-Étienne (Méons, Roche-la-Molière), dans le Gard, etc.

Les charbons à coke et à gaz ou *houilles grasses*, représentés dans le bassin du Nord, abondent dans ceux du Pas-de-Calais, de la Loire et du Gard.

Les *houilles sèches à longue flamme* sont surtout exploitées à Blanzy et dans l'Allier.

Au point de vue de l'âge, les assises houillères de France continentale sont à rapporter au carbonifère inférieur (*dinantien*), moyen (*westphalien*) ou supérieur (*stéphanien*).

Dinantien (Culm).

Basse-Loire. — *Loire Inférieure et Maine-et-Loire.* Le bassin de la Basse-Loire comprend une série de gisements, se trouvant dans la *Loire-Inférieure* et appartenant au culm supérieur, d'après les études botaniques de M. E. d. Bureau : Languin, Montrelais, Mouzeil, Les Touches, situés dans le *Maine-et-Loire* : Le Désert, Montjean, Saint-Georges-sur-Loire, St-Germain-des-Prés, Saint-Lambert et St-Aubin.

Le combustible le plus commun est la houille maigre anthraciteuse, 12 à 15 °/₀ de matières volatiles, et exceptionnellement la houille grasse à courte flamme.

Vendée. — Les petits bassins houillers de la Vendée donnent de la houille grasse à courte flamme à 22 °/₀ de matières volatiles.

Vendée. Bassin de Faymoreau (Faymoreau, La Boufferie, etc.)

Deux-Sèvres. Saint-Laurs.

Westphalien.

Bassins du Nord et du Pas-de-Calais. — Les gisements westphaliens français se trouvent presque exclusivement dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais, qui constituent actuellement le centre le plus important de production de la houille en France (deux tiers de la production totale). Des divisions chronologiques, basées sur l'étude paléontologique faite par MM. Boulay, Zeiller, Barrois, Bertrand, coïncident souvent avec les divisions établies sur la composition chimique. On les classe généralement de la façon suivante, en allant de haut en bas, les charbons étant de plus en plus pauvres en produits volatils, à mesure que l'on descend dans la profondeur et que l'on se dirige du sud vers le nord à travers les bassins.

1° *Zone des charbons à gaz* (flénus) ou *zone de Bully-Grenay* : sud-ouest du bassin (Bruay, Marles, Liévin, Bully-Grenay, etc.) ;

2° *Zone des charbons gras ou de Denain* : Centre et Nord-Ouest du bassin (Lens, Courrières) ;

3° *Zone des charbons demi-gras ou d'Anzin* : Centre du bassin (Anzin, Aniche, L'Escarpelle, Meurchin) ;

4° *Zone des charbons maigres*: Nord-Est du bassin (Fresnes, Vieux-Condé, Vicoigne, Anzin, Aniche, Carvin, etc.).

Le bassin du Boulonnais représente la terminaison occidentale de celui du Pas-de-Calais et du Nord; celui-ci se prolonge d'autre part en [*Belgique*] vers Mons, Charleroi, Liège, etc. Les concessions vont être énumérées dans ce bassin en allant à peu près de l'ouest vers l'est.

Pas-de-Calais. Le bassin du Boulonnais comprend les concessions de Ferques, Fiennes, Hardinghen.

Le grand bassin du Pas-de-Calais commence par les concessions de Fléchinelle et d'Auchy-au-Bois (houilles grasses, 26 à 32 °/₀ de matières volatiles), Ferfay, (houille grasse, 25 à 30 °/₀), Marles, Camblain, Chatelain, Beugin, Bruay (flénus, 35 à 40 °/₀), Vendin, Fresnicourt, Noeux (depuis 10 jusqu'à 35 °/₀), Gouy-Servins, Vimy-Fresnoy, Bully-Grenay, Ablain-Saint-Nazaire, Liévin (h. grasse, 28 à 32 °/₀), Lens (12 à 32 °/₀), Meurchin (de 12 à 14 °/₀), Courrières (12 à 32 °/₀), Ostricourt (10 à 15 °/₀) Courcelles-les-Lens, Drocourt (h. grasse), Dourges (16 à 30 °/₀), Carvin (h. maigre).

Nord. L'Escarpelle (10 à 30, °/₀), Aniche (8 à 30 °/₀), Azincourt (h. à courte flamme 24 à 26 °/₀), Hasnon, Anzin (10 à 34 °/₀), Douchy (h. à courte flamme, 22 à 26 °/₀), Denain, Vicoigne, Raismes, Marly près Valenciennes, Château-l'Abbaye, Bruille, Odomez, Fresnes, Saint-Saulve, Crespin, Thivencelles et Saint-Aybert, Vieux-Condé.

Lorraine. — [*Lorraine*]. A citer ici le bassin houiller de Sarrebrück, dont les nombreuses couches sont activement exploitées.

Meurthe-et-Moselle. De récents sondages, effectués aux environs de Pont-à-Mousson (Dombasle, Bois-Greney, Atton, Eply, etc.), ont fait découvrir, sous le jurassique superficiel, le prolongement souterrain du bassin de Sarrebrück ; il n'a pour l'instant qu'un intérêt théorique. M. Zeiller a montré par l'étude de la flore (*C. R.* CXLIV. 1137. 1907), que les couches rencontrées à des profondeurs variables (900 m. à Atton ; 1100 à 1400m. à Pont-à-Mousson), appartiennent à divers niveaux du westphalien.

Vendée. — *Vendée.* Bassin du Vouvant.

Stéphanien.

Le plus grand nombre des bassins houillers français appartiennent au stéphanien. Les assises stéphaniennes ont été classées d'après leur

flore en un certain nombre de zones, dont voici l'énumération (de haut en bas) d'après M. Grand'Eury et d'après des indications complémentaires que je dois à M. R. Zeiller.

1° *Zone des Calamodendrées* : Saint-Étienne (sommet) ; — Saint-Bérain, Montchanin, Longpendu, Montmaillot, Blanzy, Montceau ; Sully, Grand Moloy ; — Sainte-Foy-l'Argentière ; — Commentry, Buxière-la-Grue ; — Decazeville ; — Bassin du Var ; — Littry.

2° *Zone de passage* : Decize ; ; — Bourganeuf ; — Ahun ; — Saint-Pierre-la-Cour.

3° *Zone des Filicacées* : Saint-Étienne (moyen) ; — Champagnac ; — Argentat ; — Cublac ; — Decazeville (base) — Champclauson.

4° *Zone des Cordaïtées* : Saint-Étienne (base) ; — Saint-Chamond ; — Brassac ; — La Mothe ; — Langeac ; — Longpendu ; — La Chapelle-sous-Dun ; — le Montet ; — Saint-Eloy ; — La Grand-Combe ; — Portes.

5° *Zone des Cévennes* : Ronchamp ; — Graissessac ; — Épinac ; — Carmaux ; — Bessèges ; — Prades ; — La Mure.

6° *Zone de Rive-de-Gier* : Saint-Perdoux.

Dans l'énumération qui suit, les gisements houillers sont passés en revue en allant à peu près du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest.

Normandie. — A signaler les deux petits bassins de Littry (*Calvados*) et du Plessis (*Manche*).

Maine et Anjou. — Saint-Pierre-la-Cour (*Mayenne*). Doué-la-Fontaine (houille grasse à 38 0/0) (*Maine-et-Loire*).

Vosges. — *Haute-Saône*. Les mines de Ronchamp (Ronchamp et Eboulet) fournissent des houilles grasses.

[**Alsace**]. — Bassin de Saint-Hippolyte et de Villé.

Lorraine. — *Meurthe-et-Moselle*. A l'inverse des autres sondages, dont il est question à la page précédente, celui d'Abaucourt, près Pont-à-Mousson, a fait rencontrer de la houille stéphanienne.

Plateau Central. — De très nombreux bassins houillers, les uns de minime importance, les autres, d'une très grande valeur, comme ceux de la Loire, se trouvent à l'intérieur du plateau central ou sont distribués sur son pourtour.

Côte-d'Or. Aubigny-La-Ronce.

Saône-et-Loire. Bassin d'Épinac (Épinac, Sully) ; bassin de Blanzy et du Creusot, les types de combustibles sont les houilles sèches à longue flamme et surtout les houilles maigres anthraciteuses et même l'anthracite : Blanzy-Montceau, le Creusot (h. maigre et mi-grasse), Les Fauches, Montchanin et Longpendu (h. à longue flamme), Saint-Bérain, Le Ragny) et, au sud-ouest du département, le petit bassin de la Chapelle-sous-Dun et des Moquets (h. sèche à longue flamme à 34 °/° de matières volatiles).

Allier. Buxières-la-Grue (h. sèche à longue flamme) ; Fins et Noyant (h. grasse, 28 à 34 °/₀) ; Bézenet (h. grasse, 28 à 30 °/₀) ; Doyet (h. grasse, 28 à 32 °/₀) ; Commentry, Montvicq (h. grasse à longue flamme) ; les Ferrières ; Le Marais et Les Biolles (h. grasse, 30 à 33 °/₀), Saint-Hilaire (h. maigre à longue flamme).

Nièvre. Decize (h. à longue flamme).

Creuse. Ahun, Bosmoreau (h. maigre anthraciteuse).

Corrèze. Argentat, Cublac, Lapleau (h. à 18 °/₀), Saint-Bonnet-La-Rivière.

Puy-de-Dôme. Bassin de Saint-Éloy (La Bouble, La Roche et la Vernade) (h. grasse 36 à 40 °/₀) : bassin de Saint-Gervais-d'Auvergne ; bassin de Brassac (Celle et La Combelle) (h. maigre), de Singles, etc.

Haute-Loire. Mines de Marsanges et de Chadernac ; Le Grosmenil (h. maigre anthraciteuse, 16 à 18 °/₀) ; La Taupe (h. grasse à courte flamme, 21 à 23 °/₀).

Cantal. Bassin houiller de Champagnac (Lagraille et Montgroux, Lempret, Madic, Prodelles) (h. grasse, 32 °/₀, à coke h. à 25 °/₀).

Loire. Le bassin houiller de la Loire, pendant longtemps le plus productif de France, se divise en deux parties, le bassin de St-Étienne à l'ouest et celui de Rive-de-Gier à l'est, se prolongeant dans le Rhône.

A citer dans le bassin de Saint-Étienne : les mines de Saint-Étienne [La Roche, Méons, Le Treuil, Bérard, Chaney, Terrenoire, Ronzy, Reveux, Côte Thiollière (h. mi-grasse et grasse)] ; les mines de La Talaudière-Chazotte (h. maigre anthraciteuse) ; mines de Montrambert et de la Béraudière (h. grasse à longue flamme, 30 à 35 °/₀), de Janon Terrenoire (h. grasse 25 à 28 °/₀) ; mines de la Loire (La Chana, Villars, Le Cluzel, Quartier-Gaillard, Beaubrun, Dourdel et Montsalson (h. grasse, 25 à 35 °/₀) ; Roche-la-Molière et Firminy (h. grasse, 17 à 29 °/₀, et 30 à 40), Unieux et Fraisse, etc.

Dans le bassin de Rive-de-Gier, les mines de la Péronnière (La Péronnière, Comberigol, Plat-de-Gier) (h. maigre) ; le Reclus (h. grasse à courte flamme, 22 °/₀) ; les mines de la Haute-Cappe (La Cappe, Collenon, Corbeyre) (h. grasse à courte flamme) ; La Montagne-du-Feu, Grand'Croix, Le Martoret, Mouillon, Combe-Plaine, Tartaras et Saint-Jean-de-Toulas.

En résumé, on rencontre dans la Loire : 1° des charbons à gaz ; parties sud-est et sud-ouest du bassin de Saint-Étienne (Firminy, Montrambert, La Béraudière) et vers l'extrémité orientale de celui de Rive-de-Gier (épuisé) ; 2° des charbons de forge au centre du bassin de Rive-de-Gier et de la plus grande partie de celui de Saint-Étienne ; c'est le type prédominant ; 3° du charbon à coke à Grand'Croix, Méons, Roche-la-Molière, etc., enfin 4° des charbons maigres : partie de Grand'Croix voisine de Saint-Chamond, aux Sorbiers au nord de Saint-Étienne et dans les couches les plus profondes de la Chazotte, de Méons et de Reveux. Les charbons de la Loire renferment en moyenne de 0,5 à 1,5 de soufre.

Rhône. Sur le prolongement des gisements précédents, Saint-Romain-en-Gier, Givors et Saint-Martin-de-Cornas ; puis, au nord des précédents, le bassin de Saint-Foy-l'Argentière, et plus au nord encore les gisements du Roannais.

Dordogne. Le Lardin.

Aveyron. Bassin d'Aubin-Decazeville : Auzits, Bouquiès et Cahuac, Combes, Cransac, Latapie et Saint-Santin, Decazeville, Rulhe-Négrin (h. grasse à longue flamme, etc.). Les concessions de La Vernhe et du Mazel (mines de Campagnac) fournissent un charbon à longue flamme (à 34 °/₀ de matières volatiles).

Tarn. Albi, Carmaux (h. grasse).

Gard. Cette région renferme tous les types de houille, présentant généralement décroissance de la teneur en matières volatiles avec la profondeur. Les mines de la Grand-Combe (La Grand-Combe, Champclauson, La Levade et la Touche, L'Affenadou, Saint-Jean-de-Valériscle, Trescol et Pluzor) fournissent des charbons gras et des charbons maigres. A citer les mines de Bessèges (h. grasse et maigre), celles du Nord d'Alais (Saint-Martin-de-Valgalgues) (h. maigre, 12 à 16 °/₀) ; Pigère et Mazel (h. grasse, 28 à 32 °/₀) ; Lalle (h. grasse à 28 °/₀) ; Portes et Sénéchas (h. maigre 13 à 14 et 17 à 18 °/₀) ; Rochebelle et Cendras (h. maigre ou demi-grasse) ; Saint-Germain-Alais, Les Salles-de-Gagnières, Trélys et Palmesalade, etc.

Ardèche. Jaujac, Montgros, Prades-et-Nieigles, Sallefermouse.

Corbières. — *Aude*. Durban, Ségure.

Hérault. Les mines de Graissessac (Bousquet d'Orb, Boussagues, Le Devois, La Tour-sur-Orb, Saint-Gervais, Saint-Geniès-de-Varensal, Castanet-le-Haut) fournissent des houilles anthraciteuses.

Esterel. — *Var*. Auriasque, Boson, Fréjus, La Magdelaine, La Chapelle, l'Eygoutier.

Alpes. — *Alpes-Maritimes*. Boyère, Carros, Pourraciers.

Madagascar. — M. Colcanap a découvert récemment de la houille carbonifère ou au plus permienne au sud de Tuléar : au sud du Mangoky près de la rive gauche de son affluent le Beandry et dans trois gisements s'échelonnant sur 10 km. au nord du Mangoky sur la rive droite de son affluent l'Imatolo près de Bemafatoy, de Ambohibato et de Morahariva.

2° *Dans les assises permiennes.*

Plateau central. — *Allier*. La houille de Bert et de Montcombroux est autunienne.

3° *Dans les assises triasiques.*

Lorraine. — *Vosges*. Les houilles pyriteuses de Norroy, Saint-Menge, Suriauville, La Vacheresse appartiennent au keuper.

Haute-Saône et Doubs. Il en est de même, à Corcelles et Gouhenans, Melcey, Vy-les-Lures et enfin à Gemonval (en partie dans le *Doubs*) ; à Corcelles, les couches de houille pyriteuse sont associées à du gypse.

4° *Dans les assises jurassiques.*

Tonkin. — Des gisements houillers sont exploités dans le rhétien ; ils constituent une large bande, à peu près parallèle à la côte ; s'étendant depuis Sept-Pagodes à l'ouest jusqu'à l'île de Ké-bao à l'est. Il existe trois bassins principaux. Celui de Hongay, le plus important, est dans la province de Quang-Yen (concessions de Hatou, de Nagotna et de Campha). Le second bassin est celui de Dong-Trieu (province de Haï-Duong) et le troisième celui de Ké-bao.

Les charbons du Tonkin appartiennent au groupe des *houilles maigres anthraciteuses* ; elles ont un éclat très brillant, sont assez dures, mais très fragiles, ce qui en restreint l'emploi. (Voir pour analyses : Dupouy. *Minéraux et minerais du Tonkin*, 1909, p. 24.)

Madagascar. — Les gisements de la baie d'Ampasindava et de Nosy bé, qui appartiennent au lias supérieur, renferment surtout des lignites, parmi lesquels se trouvent quelques termes de passage aux *houilles sèches* (notamment entre Marotony et Ampasimena).

3° *Dans les assises crétacées.*

Nouvelle-Calédonie. — L'âge des charbons de cette île a été beaucoup discuté, mais il semble qu'il faille définitivement le rapporter au crétacé supérieur (Glasser. *A. M.* V. 555. 1904). Il y a lieu de signaler les bassins de Nouméa, de Moindou, de Poya et une série de petits bassins isolés, dont le plus important est celui de Voh.

Les charbons de Moindou sont des *houilles grasses à longue flamme*, passant à la *houille sèche* ; il existe quelques *houilles grasses à courte flamme* (gisements des Portes-de-Fer et de Nondoué dans le bassin de Nouméa), mais la plus grande partie des gisements ne fournissent que de l'*anthracite*.

LIGNITES

Les lignites possèdent des aspects et des structures variés.

Alex. Brongniart a donné le nom de *lignite piciforme* (pechkohle) aux variétés compactes d'un noir luisant, à cassure conchoïdale et à aspect de poix, rappelant parfois la houille.

Le *jayet* en est une variété, particulièrement homogène, susceptible d'un beau poli (densité 1,26 à 1,30) et employée parfois pour cela en joaillerie (voir à *Provence* et *Aude*).

D'autres types de lignite sont ternes, plus ou moins schisteux ou friables, avec une structure ligneuse plus ou moins apparente (*bois fossile*) ; enfin il existe des lignites terreux, dont une variété, d'un brun clair douce au toucher, constitue la *terre d'Ombre*.

Toutes les variétés de lignite ont la poussière brune.

Densité. La densité varie de 0,5 à 1,30.

Composition chimique et diagnostic. Les lignites se distinguent des houilles par la plus grande quantité de matières volatiles qu'ils fournissent par distillation (50 à 75 °/₀), en laissant, non pas du coke, mais une sorte de braise, qui continue à brûler même quand la flamme est éteinte ; elle conserve la forme des morceaux expérimentés. Le lignite

s'allume facilement et brûle avec flamme, fumée noire et odeur bitumineuse.

La composition centésimale varie dans les limites suivantes : C 75 à 55 °/₀ ; H 2,5 à 5,7 ; O+Az 17,5 à 36 °/₀. Les lignites sont plus ou moins pyriteux.

A l'inverse des houilles et des anthracites, les lignites colorent en brun une solution de potasse ; ils se dissolvent dans l'acide azotique et dans les hypochlorites.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Depuis le début de l'ère secondaire, le lignite se rencontre, soit comme accident, soit sous forme de couches plus ou moins puissantes dans un grand nombre de formations lagunaires ou d'eau douce ; mais, ces gisements sont surtout abondants à partir du crétacé moyen.

En raison du peu d'intérêt minéralogique de ce produit, je me contenterai d'énumérer, comme exemples, une série de gisements d'âge varié, en me restreignant à ceux ayant un intérêt économique, aux principaux de ceux qui sont ou qui ont été exploités, soit pour l'extraction du combustible, ou pour la fabrication d'objets d'ornementation (*jayet*), soit pour l'industrie chimique ou l'agriculture. On sait en effet qu'à ce dernier point de vue les lignites de certains niveaux sont très riches en pyrite finement distribuée ; par exposition à l'air dans des conditions favorables, celle-ci s'oxyde, le combustible s'enflamme ; le produit de la combustion est traité par lixiviation pour l'extraction du sulfate de fer et la fabrication de l'alun. Certains lignites sont utilisés pour l'amendement des terres, soit à l'état naturel, soit après calcination.

1° *Dans les assises secondaires.*

Trias.

Jura. — *Jura.* Des gîtes concédés de lignite se trouvent au voisinage des terrains salifères à Grozon et Vercia.

Jurassique.

Lias.

Alpes. — *Alpes-Maritimes.* Les gisements concédés des Adoux (canton de Gilette), de Vescagne se trouvent dans l'infralias, au voisinage des couches à *Avicula contorta.*

Madagascar. — C'est au lias, qu'il y a lieu de rapporter les couches de lignite, ressemblant plus ou moins à de la houille sèche, dont il a été question page 659, et qui se rencontrent au milieu des assises gréseuses des alentours de la baie d'Ampasindava.

Bathonien.

Causses. — Le bathonien des Causses renferme une formation lagunaire, au milieu de laquelle se trouvent des lignites, que Brongniart a jadis désignés sous le nom de *stipites*, pour rappeler qu'ils sont en grande partie constitués par des débris de stipes de cycadées.

Aveyron. Ces lignites ont été notamment exploités dans la région de Milhau, à la Cavalerie et aux Liquisses. Deux gisements sont concédés : le Monna et les Moulinets.

Lot. Le gisement de Cadrieu se trouve au même niveau.

Cévennes. — *Gard*. Quelques gisements similaires ont été exploités dans la région du Vigan, à la limite de l'Aveyron, Saint-Sulpice-en-Trèves, Servillères-en-Lanuéjols, Revens, Balmavelès, Saint-Jean-du-Bruel.

Crétacé.

Cénomanien.

Cévennes. — *Gard*. Les exploitations les plus importantes de ce département se trouvent dans les grès verts du cénomanien.

Le lignite qu'elles renferment est d'un brun foncé, mat, friable, il s'effleurit à l'air. Voici l'énumération de quelques concessions : Aigaliers, Figon, Gaujac, Goudargues, Le Mas de Carrière, le Pin, Saint-André-d'Olérargues, Saint-Laurent-la-Vernède, Saint-Marcel-de-Careiret, Serviers. Le lignite des environs de Saint-Paulet-le-Caisson renferme une résine fossile.

Ardèche. Ban-Rouge, Vagnas.

Aquitaine. — *Dordogne*. Dans le Sarladais, il existe des gisements concédés de lignite : La Chapelle-Péchaud, Cladech, Lasserre, Veyrines : certains d'entre eux ont fourni des résines fossiles.

Charente-Inférieure. C'est au même niveau que se trouvent les lignites de l'île d'Aix et de la région voisine, souvent riches en résine fossile (notamment à l'île d'Enet).

Sénonien.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. L'important bassin de Gardanne et de Fuveau, situé au N.-E. de Marseille, se trouve dans l'aturien ; il fournit un lignite activement exploité, ressemblant à de la houille sèche. Voici quelles sont les principales concessions : L'Arc, Auriol, Pont-du-Jas de Bassas, Bouilladisse, Gardanne, La Grande Concession, Gréasque et Belcodène, Meyreuil, Garlaban, mine de Valdonne (Peypin et Saint-Savournin), Trets, etc. Le jayet se trouve à Peynier.

Var. Le lignite est exploité dans quelques concessions voisines des précédentes : La Bastide Blanche, Plan d'Aups, Saint-Victor, etc. Les gisements du Plan d'Aups et du vallon du Queilet fournissent du jayet.

Corbières. — *Hérault*. D'assez nombreuses concessions existent dans cette région : Agel, La Caunette, Cazelles et Aigues-Vives, Clermont-l'Hérault, La Matte, Minerve, Olonzac, Oupia, Saint-Gély-du-Fesq, etc.

Aude. Les grès d'Alet renferment trois gisements concédés : Bize, Mailhac, Pouzols et Sainte-Valière, mais il existe en outre à Peyra, à la Bastide près Quillan et surtout à Sainte-Colombe-sur-l'Hers, des gisements, qui ont eu autrefois une grande réputation, à cause de l'existence du jayet ; celui-ci y a été exploité au milieu de lignites moins homogènes dont il constitue un accident minéralogique se présentant sous forme de masses, qui ne dépassent guère 25 kg.

A Sainte-Colombe, existait autrefois une industrie florissante pour la taille du jayet du pays et de celui de divers gisements français et espagnols [notamment de Montalban (*Aragon*)]. Cette industrie employait 1200 ouvriers au milieu du XVIII[e] siècle, leur nombre était réduit à 150 en 1806, il n'en reste plus aujourd'hui que le souvenir.

Vaucluse. A signaler les gisements concédés de Piolenc et de Méthamis.

2° *Dans les assises tertiaires.*

Éocène.

Bassin de Paris. — Les assises landéniennes (sparnacien) du bassin de Paris sont riches en lignites, toujours très pyriteux (avec parfois traces de blende), souvent presque pulvérulents. Ils constituent

les *cendres noires*, qui, pendant longtemps, ont été exploitées dans le Soissonnais et le Laonnais pour la fabrication du sulfate de fer et de l'alun. Cette industrie n'existe plus, mais ces lignites sont parfois encore employés comme amendement.

Les localités où les exploitations ont été plus particulièrement actives sont, dans l'*Aisne* : Mézy et Passy près Château-Thierry, Chailvet et Urcel près de Laon, Bazeilles, Cirey-Salsogne et Courcelles près de Soissons.

A citer encore dans l'*Oise* : Cuvilly près Compiègne et près de Noyon (gisements inexploités) Brétigny, Boucquy, Mirancourt (voir à blende, tome II, 540) Guiscard et dans la *Marne*, les environs de Reims (Verzenay).

Yonne. La Fontaine des Brins à Dixmont (bois fossile à peine modifié).

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les gisements suivants de lignite sont concédés et exploités pour le combustible : Armoy-Liaud, Darbon, la Dent-d'Oche, Entrevernes, L'Épine, La Fogière, Le Taupert, etc.

Plateau central. — *Tarn*. Labruguière.

Oligocène.

Cévennes. — *Gard*. Quelques couches de lignite piciforme ont été exploitées dans le tongrien à Célas, Avejan, Barjac, Vénéjan, etc.

Miocène.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse*. Des gisements sont exploités à Saint-Martin-de-Castillon, etc.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les nombreux gisements concédés de lignite de ce département et notamment ceux du bassin de Manosque appartiennent à l'aquitanien. Voici les principaux : Billabaux, Dauphin, Fournigues, Les Gaillardons, Gaude, Les Hubacs de Manosque, les Hubacs de Volx, Montaigu, Montfuron, La Mort d'Imbert, Sainte-Rostagne, Sigonce, Villeneuve, etc.

Isère. Quelques gisements de lignite sont concédés dans la région de la Tour du Pin : Le Bas Vérel, Bellefontaine, Dionay, Le Mollard, Pommiers, Prunelle, Ratassière, Saint-Didier, Saint-Victor, etc.

Ain. Soblay.

Plateau Central. — *Cantal*. Les lignites de Laveissière se trouvent dans les tufs andésitiques miocènes de la vallée de l'Allagnon.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Orignac.

Landes. Trois gisements sont à signaler : La Luque, Larquier et Saint-Lon. Leur âge est discuté (aquitanien ou crétacé, voir page 643 où il est question de la résine fossile se rencontrant à Saint-Lon). ·

Pléistocène.

Jura. — *Doubs*. La concession du Grand-Denis à Longemaison renferme un lignite tourbeux à bois de conifères bien conservé, accompagné de minerai de fer des marais ; deux gisements analogues se trouvent à Morteau et aux Guinets. Il s'agit là de dépôts formés dans des lacs de vallées profondes, barrées par d'anciennes moraines (M. G. Dollfus).

DYSODYLE

Le dysodyle ou *lignite papyracé* est très schisteux, flexible, un peu élastique.

Brûlant facilement, il dégage par sa combustion, une odeur désagréable rappelant celle de l'*assa fœtida* et laisse un abondant résidu siliceux, généralement constitué par des frustules de diatomées.

La densité est d'environ 1,14.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Le dysodyle se rencontre dans des formations tertiaires. Voici quelques gisements français.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Chadrat au-dessus de Saint-Amand-Tallende, Authezat-la-Sauvetat.

Rhône. Châteauneuf près Viviers.

Nièvre. Vieure près Cosne.

Corbières. — *Aude*. Environs de Narbonne.

TOURBES

Les tourbes, brunes ou noires, sont spongieuses et légères ; elles résultent de la fermentation sur place de végétaux plus ou moins submergés; c'est un produit qui se forme encore actuellement.

La transformation de la cellulose s'y observe à des étapes variées ; les éléments végétaux inattaqués forment une trame, que remplit le produit de la fermentation. Ceux-ci n'ont plus de structure organisée, ils sont d'un brun foncé, et constitués par des produits humiques et ulmiques, à réaction acide, qui colorent en brun les eaux circulant dans les tourbières.

La *dopplérite*, brune et élastique quand elle est humide (densité 1,089), noire et cassante à éclat brillant (densité 1,466, dureté 2 à 2,5) lorsqu'elle a été desséchée à l'air, insoluble dans l'alcool et l'éther, est un type particulièrement pur de ces produits de transformation.

Composition chimique. La composition chimique des tourbes est naturellement très variable ; la teneur en produits volatils est supérieure à celle des lignites ; la composition centésimale varie dans les limites suivantes C 51 à 67 ; H 10 à 5 ; O 30 à 18 ; Az 3 à 2.

Essais pyrognostiques. Les tourbes brûlent facilement, mais lentement, en dégageant une fumée à odeur caractéristique et en laissant un charbon, qui a la forme du fragment expérimenté, mais est contracté d'environ les deux tiers. Par distillation, elles donnent des gaz combustibles, des huiles, de l'acide acétique et de l'eau ammoniacale, etc.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les tourbières, dont la production nécessite de l'eau courante, se divisent en *tourbières* (submergées) *du fond des vallées* ; — elles sont surtout édifiées par des cypéracées et des graminées, dont le pied trempe dans l'eau ; ces plantes sont accompagnées de mousses (hypnum) — et en *tourbières des plateaux et des pentes*, qui sont surtout formées par des sphaignes, mousses hygrophiles ; celles-ci, sans tremper dans l'eau, emmagasinent dans leur masse une quantité considérable de liquide.

Les gisements français de tourbières sont extrêmement nombreux. Les types des plateaux et des pentes s'observent en particulier dans les *Vosges*, le *Morvan*, *le Mont-Dore*, les *Alpes*, les *Pyrénées*, etc.

Des exemples des types de plaine se trouvent dans la vallée de la *Somme*, entre Amiens et Abbeville, dans l'*Oise*, à Chaumont et aux environs de Beauvais, dans *Seine-et-Oise*, vallée d'Essones entre Corbeil et Villeroi, etc., etc.

SUPPLÉMENT

L'ordre suivi dans ce supplément est celui de l'ouvrage lui-même. Les titres sont écrits en capitales italiques pour les espèces déjà traitées et en capitales droites pour celles qui ne figurent pas dans les volumes précédents.

Lorsqu'un minéral est étudié dans des conditions de gisement déjà spécifiées, celles-ci ne donnent pas lieu à un titre spécial.

Quand, au contraire, il s'agit d'une condition nouvelle de gisement, celle-ci est indiquée par un titre numéroté à la suite du dernier employé antérieurement. Sauf cas exceptionnels, les gisements sont énumérés dans leur ordre géographique, sans qu'ils soient divisés par nature géologique, comme dans le corps de l'ouvrage; cette simplification a pour but de ne pas multiplier les titres qui auraient consommé trop de place; le lecteur fera facilement lui-même la distinction. Les renvois aux pages antérieures se rapportent, sauf avis contraire, au volume indiqué à la suite du titre.

Étant obligé de faire un choix parmi les trop nombreux documents que j'ai réunis, j'ai laissé de côté tous ceux des gisements métallifères métropolitains qui ne présentent pas d'intérêt au point de vue purement minéralogique. Par contre, je me suis attaché à être aussi complet que possible, même pour les gisements de ce genre, en ce qui concerne les colonies, sur lesquelles j'avais peu de documents, lors de la publication de mes premiers volumes.

Toutes les indications concernant le Tonkin sont fournies d'après une thèse, faite récemment dans mon laboratoire par un de mes élèves, M. Dupouy (*Minerais et minéraux du Tonkin*, Paris, 1909) et pour laquelle j'emploie l'abréviation : (Dupouy, *op. cit.*).

En ce qui concerne Madagascar, dont la minéralogie constitue une partie de ce supplément, j'ai employé l'orthographe des noms de lieux adoptée par M. Grandidier dans ses travaux sur la Grande Ile. Je remercie mon savant confrère d'avoir bien voulu revoir au point de vue géographique cette partie de mes épreuves. Dans le cas où l'orthographe adoptée dans ce supplément diffère de celle du corps de l'ouvrage, cette dernière doit être modifiée.

SILICATES BASIQUES

GRANDIDIÉRITE [1]

$(Al,Fe)^{22}(Mg,Fe,Ca,)^{7}(Na,K,H)^{4}Si^{7}O^{56}$

Orthorhombique.

Facies. La grandidiérite n'est connue qu'en grands cristaux n'offrant pas d'autres formes géométriques que des plans de clivage rectangulaires, parallèlement à l'intersection desquels ils sont allongés.

Clivages. Clivages, très facile suivant h^1 (100), un peu moins facile suivant g^1 (010).

Dureté. 7,5.

Densité. 2,99.

Coloration et éclat. Vert bleuâtre, transparente en lames minces. Éclat vitreux, un peu nacré suivant le clivage h^1.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001), c'est-à-dire transversal à l'allongement. La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) et perpendiculaire à h^1 (100).

$$\mathbf{n}_g = 1{,}6385 \text{ (Na)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}6360$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}6018$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0367 \text{ et } 2\text{ V} = 30^\circ 16'$$

La mesure directe de l'écartement des axes a fourni : $2E = 49^\circ 30'$, d'où $2\text{ V} = 29^\circ 40'$ et $2\text{ E} = 52^\circ$ (Th.) ; la dispersion est $\rho < v$.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense et caractéristique, avec $\mathbf{n}_g > \mathbf{n}_p > \mathbf{n}_m$.

	Plaques de 0 mm. 5	Plaques de 0 mm. 02
$\mathbf{n}_g$ =	vert foncé	vert bleuâtre pâle
$\mathbf{n}_m$ =	incolore	incolore
$\mathbf{n}_p$ =	bleu vert foncé	bleu vert pâle

Dans les sections perpendiculaires à un axe optique, on observe

1. A placer dans la systématique en tête du tome I.

deux belles houppes bleues sur un fond blanc. On sait que les minéraux présentant des houppes se divisent en deux groupes : dans l'un, (axinite, cordiérite, épidote, augite, muscovite), les houppes sombres, perpendiculaires à la trace du plan des axes optiques, apparaissent sur un fond clair, quand cette trace est placée normalement à la section principale du polariseur ; dans l'autre, les houppes présentent cette même apparence, lorsque la trace du plan des axes est disposée parallèlement à cette section principale ; la grandidiérite appartient à ce dernier groupe, qui pendant longtemps n'a été constitué que par l'andalousite, mais qui comprend aussi, d'après M. Liebisch, l'anomite, l'érythrite, le sphène, la vivianite et la hornblende basaltique.

Composition chimique. La composition chimique représentée par la formule $(Al,Fe)^{22}(Mg,Fe,Ca)^{7}(Na,K,H)^{4}Si^{7}O^{56}$ ou 11 $(Al, Fe)^{2}O^{3}.7(Mg,Fe,Ca)O.2(Na, K, H)^{2}O.7SiO^{2}$ est déduite de l'analyse suivante, due à M. Pisani.

SiO^2.....	20,90
Al^2O^3...	52,80
Fe^2O^3....	6,60
FeO.....	4,86
MgO.....	9,65
CaO......	2,10
Na^2O....	2,22
K^2O......	0,40
H^2O......	1,25
	100,78

Essais pyrognostiques. La grandidiérite est infusible au chalumeau, inattaquable par les acides.

Diagnostic. La propriété caractéristique, qui ne permet de confondre la grandidiérite avec aucun autre minéral, est son pléochroïsme dans les teintes vertes et bleues, avec maximum d'absorption transversal à l'allongement, propriété facile à observer dans le clivage facile, perpendiculaire à la bissectrice aiguë, avec plan des axes optiques transversal à l'allongement.

Altérations. Malgré sa résistance aux agents chimiques des laboratoires, la grandidiérite est souvent transformée dans la nature en une substance verte, fibrolamellaire à deux axes rapprochés autour de la bissectrice aiguë négative, perpendiculaire à son plan de lamellisation ; elle paraît se rapprocher du *kryptotile*, qui épigénise la prismatine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai dédié (*B. S. M.* XXV. 85. 1902. et XXVII.

259. 1904 et *C. R.* CXXXVII. 542. 1903) ce nouveau minéral à M. A. Grandidier, le savant explorateur de Madagascar. La grandidiérite est l'un des éléments d'une pegmatite et d'une aplite des falaises d'Andrahomanana, à l'ouest-sud-ouest de Fort Dauphin (extrême sud de l'île). Elle y forme de grands cristaux pouvant atteindre 8 cm. de longueur, qui englobent parfois poecilitiquement tous les autres éléments de la roche : quartz, orthose, microcline, almandin, pléonaste, andalousite et biotite.

Il existe en outre dans ces roches un autre minéral incolore, dont la réfringence et la biréfringence, le signe de la bissectrice, l'écartement des axes sont très analogues à ceux de la grandidiérite, mais dont l'extinction (rapportée à sa séparation rectiligne avec la grandidiérite sur laquelle il est orienté) est de 11° ; de plus, le plan des axes optiques est voisin de l'allongement. Il s'agit probablement là d'une espèce nouvelle que je n'ai pu spécifier faute de matériaux suffisants.

STAUROTIDE (t. I, p. 1).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Le gisement précis, dont il est question page 12, se trouve dans la vallée de Lesponne. Les schistes à andalousite et à staurotide de ce genre sont très abondants au contact du granite du massif du pic du Midi de Bigorre.

Plateau Central. — *Cantal.* De petites staurotides (m a^1, avec g^1 rudimentaire, ou très développé) de 5 à 6 mm., accompagnent l'almandin dans les micaschistes des environs de Vézac près Aurillac.

Nouvelle-Calédonie. — Les micaschistes associés aux schistes à glaucophane de la rive droite de la vallée du Diahot, près de Balade, contiennent des cristaux (pm) de staurotide (5 mm.)

Guyane. — La staurotide, en cristaux ou en grains roulés, abonde dans les sables aurifères de la Guyane, en particulier dans ceux de l'Approuague, de la Mena, du cirque Sparwine dans le bassin du Maroni, etc.

Madagascar. — J'ai trouvé quelques petits cristaux très nets de staurotide (pm) accompagnant le disthène dans les sables monazités de la Saka affluent du Mananjara. Ils paraissent être peu abondants ; leur gisement originel n'a pas été reconnu.

BITYITE [1]

$H^{28}Al^{32}(Ca,Gl,Mg)^{14}(Li,Na,K)^{8}Si^{21}O^{122}$

Pseudohexagonale.

Facies. La bityite est toujours cristallisée ; ses cristaux ont parfois la forme de petits tonnelets ou sont constitués par des rosettes, consistant en lames hexagonales, empilées à axes plus ou moins parallèles ; enfin, plus rarement, ils sont allongés suivant l'axe vertical, mais leurs faces sont toujours courbes.

Clivages. Clivage très facile parallèle à a^1 (0001).

Dureté 5,5.

Densité 3,05.

Coloration et éclat. Blanche ou jaunâtre, ou incolore. Transparente ou translucide.

Éclat nacré très vif sur les lames de clivage.

Propriétés optiques. L'examen en lumière polarisée parallèle d'une

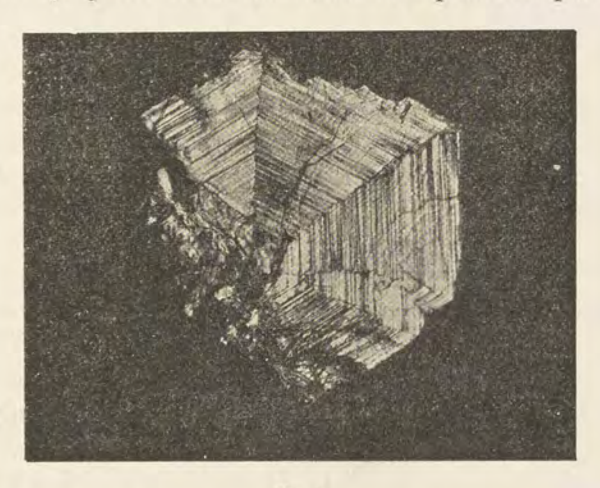


Fig. 1.
Lame mince de bityite. (*Photographie faite en lumière polarisée parallèle. Grossissement de 30 diamètres.*)

section basique montre que celle-ci se divise en six secteurs à contours nets (fig. 1), perpendiculaires à la bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), avec axes peu écartés. Chaque secteur renferme parfois de fines macles

1. A placer dans la systématique à la suite de la *staurotide*, t. I, p. 15.

polysynthétiques parallèles aux faces du prisme. L'angle d'extinction (trace de $\mathbf{n}_g$) s'y fait à 30° de part et d'autre de la ligne de macle.

Les indices de réfraction sont compris entre 1,64 et 1,62.

Composition chimique. La formule $H^{28}Al^{32}(Ca,Gl,Mg)^{14}(Li,Na,K)^{8}Si^{21}O^{122}$ ou $16\,Al^2O^3.\,14\,(Ca,Gl,Mg)\,O.\,4\,(Li,Na,K)^2O.21\,SiO^2.\,14H^2O$ est déduite de l'analyse suivante faite par M. Pisani ; le fluor et le bore ont été recherchés sans succès.

SiO^2..... .	31,95
Al^2O^3......	41,75
CaO	14,30
GlO.......	2,27
MgO......	0,13
Li^2O	2,73
Na^2O......	0,40
K^2O.......	0,16
H^2O.......	6,50
	100,19

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, la bityite fond facilement en un verre blanc bulleux et opaque ; elle n'est pas attaquée par les acides.

Diagnostic. Les propriétés optiques d'une lame basique de clivage sont absolument caractéristiques de la bityite et ne permettent de la confondre ni avec la prehnite, ni avec les rosettes de micas auxquelles ressemblent certaines de ses variétés. En outre, ses lames de clivages ne sont pas flexibles.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai donné le nom de bityite à ce nouveau minéral (*C. R.* CLVI. 1369. 1908 ; *B. S. M.* XXXI. 241. 1908 et XXXIII. 51. 1910) pour rappeler le Mont Bity (Ibity), massif auprès duquel sont groupés les beaux gisements de pegmatite à tourmalines polychromes, dont il est question page 687.

Jusqu'à présent, je n'ai trouvé la bityite que parmi des échantillons provenant des pegmatites de Maharitra. Elle s'y présente avec des aspects assez différents : 1° en tonnelets d'un blanc jaunâtre, ne dépassant pas 2 mm. de plus grande dimension. La figure 2, représentant la base de l'un d'eux, montre une structure polysynthétique. Ils sont fréquemment implantés sur des cristaux de quartz ou de rubellite, qu'ils recouvrent parfois de croûtes continues. Dans d'autres cas, ils font partie d'agrégats miarolitiques de paillettes de lépidolite rosée

qui enveloppent des aiguilles de tourmaline et des cristaux d'albite; 2° en cristaux de même forme, mais grêles et allongés suivant l'axe vertical; je les ai trouvés formant une chemise régulière à de grands cristaux de tourmaline verte ; un peu de lépidolite les recouvre çà

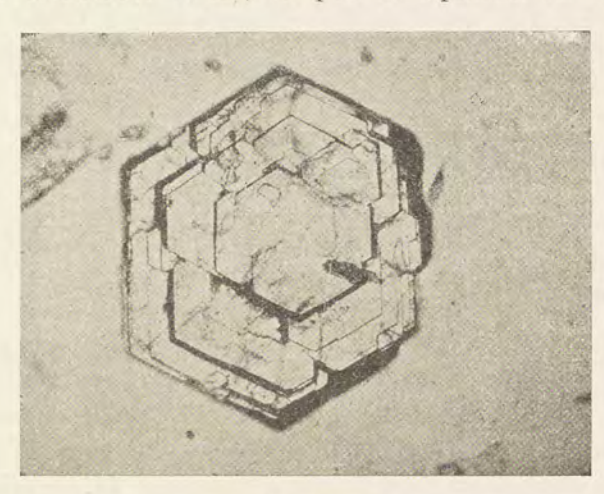


Fig. 2.
Groupement à axes parallèles de cristaux de bityite aplatis suivant la base. (*Grossissement d'environ 30 diamètres.*)

et là ; 3° enfin une dernière variété est constituée par des lamelles très minces, groupées en rosettes. Elles sont implantées dans un fouillis de fines aiguilles de rubellite d'un rose pâle ou bien recouvrent des cristaux de microcline très corrodés et en partie transformés en albite.

La bityite est l'un des derniers minéraux formés dans les géodes à cristaux des pegmatites.

CALAMINE (T. I, p. 19).

Algérie. — *Alger*. Le gite calaminaire de l'Ouarsenis renferme de fort beaux cristaux de calamine, décrits par M. L. Gentil (*B. S. M.* XVIII. 599. 1895) ; ils abondent surtout à Bir Chitour et à Friha (ou Amann), où ils tapissent des cavités d'un mélange coloré en jaune, de calcite et de smithsonite. Les formes sont simples : m, g^1, a^1, e^1, avec aplatissement suivant g^1, mais l'aspect diffère, suivant qu'ils sont

allongés ou non suivant l'axe vertical. Les petits cristaux sont transparents, mais les plus gros, groupés en rosettes ou en éventail et dépassant 1 cm. de plus grande dimension, sont d'un blanc laiteux, plus ou moins opaques et riches en inclusions liquides à bulle.

Constantine. Les mines du Kef Semmah ou du Djebel Guergour, près de Lafayette, au nord de Sétif, renferment de magnifiques cristaux de calamine ; ils sont du même type que ceux de l'Oued Ouarsenis ($p\,m\,g^1\,h^1\,a^1\,a^{1/3}\,e^1$).

A Bou-Thaleb, les cristaux de calamine abondent, mais sous forme de très petites lamelles, associées à de la willémite. J'ai observé de jolis cristaux, d'un jaune de miel, du même minéral provenant du Djebel Nador ; enfin au Djebel Grouss, le même minéral forme des nodules fibreux.

Tunisie. — Jolis cristaux de petite taille au Kef Semmah, à Kanghuet, au Djebel Ressas (stalactites à structure fibreuse).

Pyrénées. — *Ariège.* Depuis la publication du tome I, j'ai examiné la calamine de Sentein, dont il est question page 22, les cristaux sont lamelleux et se rapportent au type de la figure 2.

Cévennes. — *Gard.* D'assez jolis cristaux de calamine (formes communes) se trouvent aux Malines.

ANDALOUSITE (T. I, pp. 25,252).

Vendée. — *Vendée.* Les filons de quartz de la Glorandière, près Talmont, renferment de gros cristaux d'andalousite rose. A citer aussi la chiastolite dans les phyllades de la Motte, sur la route de Saint-Gilles à la Roche-sur-Yon.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai trouvé des cristaux d'andalousite rose dans des veines de quartz près du déversoir des Gourgs-Blancs.

Ariège. J'ai recueilli de jolis cristaux du même genre dans une pegmatite à grains fins, formant des filons minces dans les gneiss, situés au-dessous du village de Lapège.

Tarn. De grands cristaux roses d'andalousite se trouvent dans les

schistes micacés, associés au gneiss, au nord de Brassac (Arsandaux, *B. S. M.* XXIV. 431.1901).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* De grands blocs d'andalousite rose se trouvent dans les gneiss de Bourleyre au sud de Chanteuges ; le gisement exact est au-dessous du hameau et au delà du pont jeté sur la Desge pour le chemin de Pébrac (rive gauche de la rivière).

L'andalousite abonde aussi dans des filons de pegmatite traversant le gneiss de Roussou en Mercœur, à quelques kilomètres de la limite du Cantal ; elle est incluse dans le feldspath. A signaler aussi le pont de Vertesseyre (km. 14,9 de la route de la Chapelle-Laurent à Ally).

Cantal. M. de Brun m'a communiqué de petits cristaux d'andalousite rose accompagnant la muscovite et l'almandin dans une granulite de Sal-Bas, près Saint-Mary.

Puy-de-Dôme. Je dois à M. Demarty de petits cristaux roses d'andalousite, trouvés dans une aplite entre Manson et Charrade.

Dans la région du Mont-Dore, l'andalousite se trouve comme élément essentiel des enclaves de gneiss à cordiérite si nombreuses dans le trachyte du Capucin.

Aveyron. M. Arsandaux a rencontré (*B. S. M.* XXIV. 434.1901) de grosses masses bacillaires d'andalousite dans la pegmatite à tourmaline de Castailhac, près Entraygues.

Allier. La Lizolle.

Saône-et-Loire. M. Marlot m'a communiqué des masses bacillaires formées par des cristaux d'andalousite rose, atteignant 18 cm. ; elles ont été trouvées dans une pegmatite de Cuzy près Luzy, renfermant d'énormes cristaux de gigantolite. Les deux minéraux ne sont pas associés dans les mêmes échantillons.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* Des schistes micacés, métamorphisés par le granite, renferment de magnifiques cristaux d'andalousite rose au Roc'h Kerlaz, sur la route de Plestin-les-Grèves à Lannion et à environ 2 km. du village de Saint-Efflum.

Algérie. — *Alger.* De grands cristaux d'andalousite de 20 cm. $\times$ 4 se rencontrent au voisinage de la granulite dans les schistes micacés de la pointe Pescade près Alger (Gentil, *B. S. M.* XIX. 22.1896.)

Madagascar. — J'ai trouvé dans la pegmatite à grandidiérite d'An-

drahomanana (voir page 671) des cristaux d'andalousite, remarquables par la distribution régulière du pigment coloré rose localisé dans leur

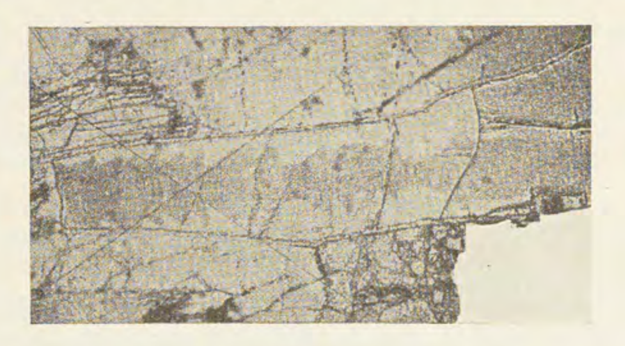


Fig. 1.
Cristal d'andalousite d'Andrahomanana, avec distribution du pigment rose, hémimorphe par rapport à l'axe *c*, qui a été placé horizontalement. (*Photographie en lumière naturelle : grossissement de 30 diamètres*).

partie axiale et par l'aspect hémimorphe de la zone colorée, mis en évidence par la figure 1.

Des schistes carburés à grands cristaux de chiastolite (souvent transformés en muscovite) se trouvent dans la région de Bemahazembina (près Antsirabé) et entre Mahalevona et Andranovelona (prov. d'Anonibé).

DUMORTIÉRITE (T. I, p. 15),

$a : b : c = 0{,}8897 : 1 : 0{,}6871$ (Schaller)

$^{*}mm = 98°2$

Composition chimique. Depuis la publication de mon premier volume (page 15), la dumortiérite a été trouvée en abondance dans des gisements américains, qui ont permis d'en faire l'étude chimique et de montrer que dans la formule $4Al^2O^3 3SiO^2$, une petite quantité de l'aluminium est remplacée par du bore.

Afrique équatoriale. — *Chari*. La dumortiérite est un élément microscopique des quartzites à disthène du Kaga M'Bra.

SILLIMANITE (T. I, p. 50).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. La Sénouire, affluent de droite

de l'Allier, qui prend sa source près de la Chaise-Dieu et se termine à 1 km. sud de Brioude, draine la région gneissique, dont fait partie Berbézit, le gisement cité page 56 ; on rencontre dans son lit un grand nombre de galets, parfois énormes, de fibrolite. A signaler encore, comme gisement de sillimanite, Saint-Beauzire.

Cantal. Les gneiss de Bonnac renferment en abondance des lits de plusieurs centimètres, constitués par de la sillimanite.

M. de Romeu a décrit (*B. S. M.* XXVII. 270. 1904) une enclave énallogène schisteuse (gneiss) d'une andésite du Lioran consistant en orthose lamellaire suivant g^1, qui renferme des cristaux de sillimanite, d'andalousite, de corindon, de spinelle et un peu de biotite.

Puy-de-Dôme. Voici des précisions sur les gisements de sillimanite des environs de Pontgibaud cités page 57 : dans une coursière près d'une recherche de quartz, à la sortie du bourg par la route nationale et avant un croisement. Le gisement de Saint-Ours est situé à 1 km. du village, avant la montée de la route nationale, au lieu dit Chapelle (à droite de la route). A citer encore Montan en La Goutelle.

Algérie. — *Alger*. De belles masses fibreuses de sillimanite se trouvent dans la pegmatite du boulevard Bon Accueil à Alger (Gentil *B. S. M.* XVIII. 169. 1895). Les aiguilles très rectilignes atteignent 5 cm. de longueur ; elles sont en partie épigénisées par de la muscovite.

Madagascar. — De très belles masses de fibrolite, avec parfois des cristaux clivables de sillimanite, sont abondantes dans le Betsiriry, notamment dans la crique Belafika près Miandrivazo, dans la vallée de Farariana (région de Fenerive), avec almandin ; dans la rivière Beanamalaho ; elles ressemblent beaucoup à celles du Plateau Central.

Baron a signalé le même minéral avec quartz, au nord (Mont Ambohimanoa), au nord-est (mont Ambohimiangara) et au nord-ouest (mont Karaoka) du lac Itasy ; à Marotandrano dans le Boina au pied nord des monts Ambinivy (350 km. nord-nord-est de Tananarive), etc. ; à citer encore Ifempina près Ambositra dans le nord du Betsileo, où la sillimanite épigénise partiellement le corindon (voir T. III, p. 805).

Enfin la sillimanite accompagne la grandidiérite et l'almandin dans la pegmatite d'Andrahomanana près Fort-Dauphin.

DISTHÈNE (T. I, pp. 65 et 253).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De très beaux échantillons de disthène se trouvent avec muscovite dans le quartz près du bourg du Cellier ; une variété bleue abonde dans l'éclogite de Piedpain en Saint-Philbert-de-Grandlieu.

Vendée. — *Vendée.* M. Lallier m'a communiqué du disthène provenant d'un micaschiste, qui émerge du sable au bout de la jetée des Sables-d'Olonne. Le même minéral se rencontre dans le micaschiste et dans les veines de quartz à la pointe du Payré près Talmont, ainsi que dans l'éclogite de Saint-Denis-la-Chevasse.

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* Du disthène blanc, en voie d'altération, se trouve avec tourmaline à Itsatsou, dans une carrière, au nord du chemin du pont suspendu et à 100 m. environ de la Nive.

Plateau Central. — *Aveyron.* Le disthène lamellaire bleu, engagé dans le quartz, se trouve aux environs d'Arvieu et au Moulin de la Lance près Alrance (avec grandes lames de muscovite).

Haute-Loire. M. de Brun m'a communiqué un échantillon de disthène laminaire bleu, engagé dans le quartz de Bourg près Pinols.

Cantal. Le disthène existe dans des filons de quartz traversant les micaschistes au Puy d'Espinet, près Arpajon.

Puy-de-Dôme. Je citerai de très beaux blocs de disthène laminaire, rappelant celui de Pontivy, et provenant du moulin de Ganounes, à 1 km. d'Avèze sur la route de Tauves. M. Demarty m'a communiqué des échantillons du même minéral, trouvés au Montel près La Bessette (environ de La Rodde) au cours du creusement d'un puits.

Loire. De jolis échantillons de disthène s'observent dans les micaschistes du moulin Picou près La Tour, au pied du mont Raynaud.

Tonkin. — Le disthène se trouve dans les quartzites de la vallée de Ca-Dau (Quang-Nam), dans les micaschistes (avec almandin) de Lang Nhu (Fleuve Rouge) entre Bao-Ha et Lao-Kay.

M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) des cristaux de disthène dans les filons quartzeux de la vallée de la Rivière Noire.

Madagascar. — De belles lames de disthène (4 cm.) sont engagées dans le quartz fragile de Sahafoza, sur la rivière Ifontsy, à 16 km. nord de Tamatave. Des cristaux roulés de disthène gris ou bleuâtre, abondent dans les sables aurifères de la Saka, affluent du Mananjara : ils proviennent de gisements non encore reconnus en place.

Le même minéral forme à lui seul des lits dans les schistes cristallins de la vallée du ruisseau Beranozano, au sud-ouest du village de Tsimivolovolo (N. E. d'Ankavandra) : il y est accompagné d'or natif.

J'ai décrit (*B. S. M.* XXV. 115. 1902) une curieuse roche associée à des gneiss à pyroxène à Ambohimanjaka, à l'est-nord-est de Betafo ; elle est constituée par du disthène incolore, de la lazulite d'un bleu foncé, un peu de muscovite, de quartz, de tourmaline et de magnétite.

Afrique équatoriale. — *Chari*. M. Courtet a observé au Kaga M'Bra des quartzites renfermant du disthène d'un bleu très pâle, de la muscovite avec un peu de dumortiérite et de lazulite (*in* Chevalier, *L'Afrique centrale française*, 688.1907).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert a rencontré le disthène dans le micaschiste du sommet de la montagne de Firoa (*Mission au Dahomey*. 1908. 496).

TOPAZE (T. I, p. 59).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. J'ai décrit (*B.S.M.* XXXI. 351. 1908) des cristaux de topaze atteignant 4 cm. 5 et provenant du filon wolframifère de Montbelleux en Luitré.

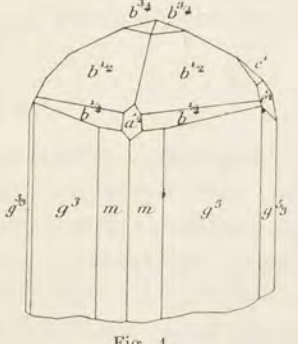


Fig. 1.
Topaze de Montbelleux.

Ils sont très fendillés, imprégnés de limonite et seulement translucides, mais ils peuvent être assez facilement dégagés de ces produits d'altération. Dans les échantillons, que j'ai examinés et que je dois à l'obligeance de M. D. Œhlert, ce minéral n'est associé qu'à un peu de quartz. Ces cristaux sont du type de ceux du Brésil. Les formes dominantes et constantes sont g^3(120), m (110), $b^{1/2}$ (111), avec parfois $g^{5/3}$ (140), $b^{1/4}$ (221), $b^{3/4}$ (223), $e^{1/2}$ (021), $e^{1/4}$ (041), $a^{1/2}$ (201).

J'ai mesuré les angles suivants :

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	124°17′	124°15′	$b^{3/2}\,b^{1/2}$	150°20′	150° env.
mg^3	161°16′	161°15′	$b^{1/2}\,b^{1/4}$	167°40′	168° —
$g^3\,g^{5/3}$	161°54′	161°50′	$b^{1/4}\,m$	166°14′	167° —

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. Les roches à lépidolite d'Ambazac et de Saint-Sylvestre renferment non seulement de la topaze microscopique, mais des cristaux nets, bien que non isolables, de ce minéral. Limités par g^3 (120) et p (clivages), ils atteignent 1 cm. de diamètre ; ils ont l'opacité de la *pyrophysalite* et, dans la carrière du Coudier en Larmont, ils jouent le rôle de phénocristaux au milieu de la lépidolite rose en petites lamelles.

Allier. J'ai signalé, page 221 du tome II, l'existence de petits fragments de topaze dans les produits lourds du lavage du kaolin d'Echassières. Depuis lors, j'ai étudié un fragment lamelleux du même minéral, provenant du gisement voisin des Colettes et constituant une véritable roche avec de la cassitérite fibrobacillaire et des octaèdres de néotantalite.

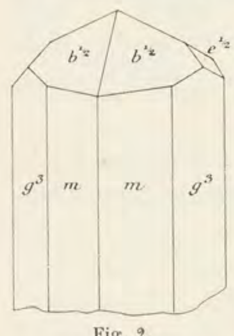
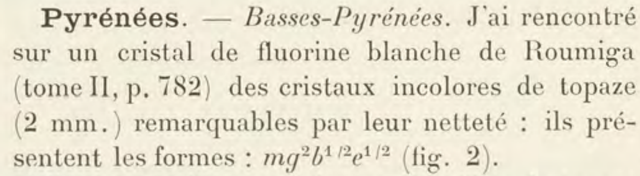


Fig. 2.
Topaze de Roumiga.


Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. J'ai rencontré sur un cristal de fluorine blanche de Roumiga (tome II, p. 782) des cristaux incolores de topaze (2 mm.) remarquables par leur netteté : ils présentent les formes : $mg^2b^{1/2}e^{1/2}$ (fig. 2).

Madagascar. — De gros cristaux roulés et limpides de topaze incolore se trouvent dans les alluvions d'Ifempina, près Ambositra.

DATHOLITE (T. I, p. 74).

Algérie. — *Constantine*. M. L. Gentil a décrit (*B. S. M.* XVII. 85. 1894) des cristaux de datholite tapissant les druses de l'andésite quartzifiée de Bou Serdoun, près Collo. Les cristaux présentent les formes suivantes : p (001), h^1 (100), h^3 (210), e^1 (011) a_3 ($\bar{2}11$) et $\gamma = (d^{1/2}\,d^{1/6}\,h^1)$ (421) ; leur densité est de 2,995. Dans le même gisement, mais dans des géodes distinctes des précédentes, se trouve une pennine blanche.

Vosges. — *Alsace*. M. Ungemach a complété l'étude cristallographique sommaire de la datholite de Sainte-Marie-aux-Mines, que j'ai donnée page 77 du tome I.

Il a retrouvé (*B. S. M.* XXXIII. 397. 1909) mes deux types, 1° cristaux peu allongés suivant l'axe vertical, mais présentant de nombreuses faces prismatiques bien développées, 2° cristaux avec réduction des faces prismatiques et p (001) souvent très développé ; il existe de nombreuses pyramides. Mais, en outre des formes que j'ai signalées, il en a

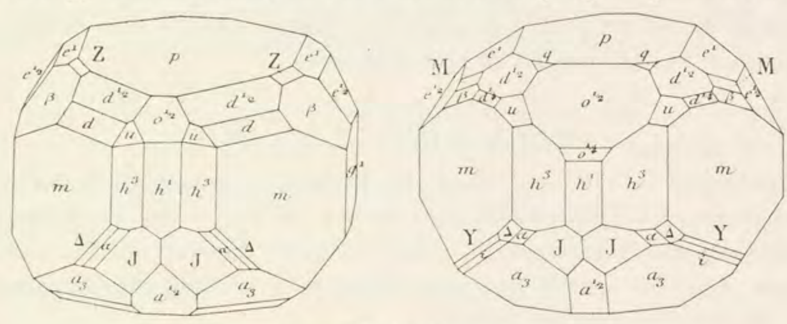


Fig. 1 et 2 [1].
Datholite de Sainte-Marie-aux-Mines (Type I).
d (fig. 1) = $d^{1/4}$.

observé de nombreuses autres, dont la liste est ci-jointe et dont plusieurs sont nouvelles pour l'espèce : g^1 (010), g^3 (120), e^2 (012), $o^{3/2}$ (203), $o^{1/2}$ (201), $o^{1/4}$ (401), $a^{3/2}$ ($\bar{2}$03), $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01), $a^{1/4}$ ($\bar{4}$01) ; d^1 (112), $d^{3/2}$ (113), $d^{7/4}$ (227), $d^{1/4}$ (221) $d^{1/6}$ (331) ; Z = (d^1 $b^{1/3}$ $g^{1/2}$) (122), Φ = (d^1 $d^{1/3}$ h^1) (211), φ = ($d^{1/2}$ $d^{1/4}$ h^1) (311), μ = ($b^{1/3}$ $b^{1/5}$ h^1) ($\bar{4}$11),

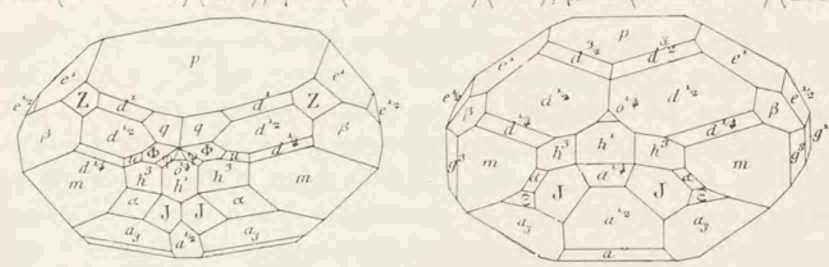


Fig. 3 et 4 [1].
Datholite de Sainte-Marie-aux-Mines (Type II).
La face p (001) est souvent plus développée que dans ces figures : a (fig. 4) = $a^{3/2}$.

B = ($b^{1/5}$ $b^{1/7}$ h^1) ($\bar{6}$11), q = (d^1 $d^{1/3}$ $h^{1/3}$) (213), θ = (b^1 $b^{1/3}$ $h^{1/2}$) ($\bar{2}$12), M = ($d^{1/2}$ $b^{1/4}$ $g^{1/2}$) (132), $u = o_5$ = (d^1 $d^{1/5}$ h^1) (321), ε = ($b^{1/5}$ $b^{1/15}$ $h^{1/4}$) ($\bar{1}\bar{0}$. 5. 4), a_3 = (b^1 $b^{1/3}$ h^1) ($\bar{2}$11), $i = a_5$ = (b^1 $b^{1/5}$ h^1) ($\bar{3}$21), Y = a_7 = (b^1 $b^{1/7}$ h^1) ($\bar{4}$31), J = ($b^{1/2}$ $b^{1/4}$ h^1) ($\bar{3}$11), Δ = ($b^{1/2}$ $b^{1/8}$ h^1) ($\bar{5}$31).

Les figures 1 à 4 représentent quelques-unes des combinaisons

1. Dans les figures 1 et 3, les faces non notées au-dessous de a_3 sont θ ($\bar{2}$12).

signalées par M. Ungemach, mais elles ont été redessinées, de façon à leur donner l'orientation adoptée dans le tome I [1].

Nouvelle-Calédonie. — Un épais filon de datholite lamellaire ou compacte, dans laquelle je n'ai vu aucun cristal, se trouve dans une porphyrite altérée de la vallée de Méa, près de Kouaoua ; cette datholite renferme de petites poches de scheelite blanche, qui ne s'en distingue, au premier abord, que par sa grande densité.

TOURMALINE. (T. I, p. 78).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. M. Brézier a signalé (*Bull. Soc. Sc. méd. Ouest*, XVII. 89. 1908) des cristaux bacillaires incolores ou laiteux, cannelés, de tourmaline, avec cristaux de fluorine, d'orthose et de quartz, dans les cavités des pegmatites de la carrière du Chardonneret, au sud du bourg du Pertre.

Côtes-du-Nord. Des cristaux de tourmaline noire se trouvent avec apatite au Moulin de Kerlan en Rostrenen et à Plougernevel.

Finistère. De gros cristaux noirs se trouvent à Saint-Ei, Kerudunic, dans les bois longeant la route de Douarnenez à Audierne (km. 4, 5 et 6 de Douarnenez).

Morbihan. A Guiscriff, masses de tourmaline brune finement fibreuse à éclat soyeux extrêmement vif.

Vendée. — *Vendée*. La collection du Muséum possède une plaque de pegmatite avec longues aiguilles cannelées de tourmaline atteignant 20 cm. de longueur ; elle est indiquée comme provenant de la côte vis-à-vis la Budelière (arrondissement des Sables). Aux Sables-d'Olonne, sur la côte près du déversoir Touchet, M. Lallier a trouvé des cristaux bipyramidés ($d^1 p$) de tourmaline brune raccourcis suivant l'axe vertical, mesurant 4 cm. de plus grande dimension ; ils sont engagés dans le micaschiste.

De très gros cristaux de tourmaline noire se rencontrent dans les pegmatites de Chambretaud.

1. M. Ungemach s'est servi en effet d'une forme primitive différente, dont voici la correspondance avec la mienne :

Lx.			Lx.		
h^1 (100)	=	p (001)	$o^{1/2}$ (201)	=	o^2 (102)
p (001)	=	h^1 (100)	$a^{1/4}$ ($\bar{4}01$)	=	a^4 ($\bar{1}04$)
g^1 (010)	=	g^1 (010)	$d^{1/2}$ (111)	=	$d^{1/2}$ (111)
e^2 (012)	=	h^3 (210)	$d^{3/2}$ (113)	=	(311), etc.
g^3 (120)	=	$e^{1/2}$(021)			

Pyrénées. — Depuis la publication du tome I, j'ai montré (*B. C. F.* VI. n° 42. 1895) la grande généralité de la formation de la tourmaline brune dans les calcaires secondaires métamorphisés par les lherzolites et parfois par les ophites, dont j'ai donné d'ailleurs déjà des exemples (page 105).

Hautes-Pyrénées. J'ai recueilli des tourmalines d'un bleu foncé (4 à 5 cm.) dans la pegmatite du col d'Oncet (massif du Pic du Midi de Bigorre).

Ariège. Dans les contacts granitiques du Roc Blanc, j'ai trouvé des agrégats de petites aiguilles de tourmaline noire, englobés dans de grandes masses clivables de calcite.

La tourmaline tapisse de ses larges rosettes les fentes des roches basiques du Sud d'Orlu, que je regarde comme dues à l'endomorphisme du magma granitique.

Plateau Central. — *Tarn*. M. Arsandaux a retrouvé (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) le gisement de rubellite des environs de Brassac, cité tome I, page 94, d'après de Boucheporn. Ce gisement se trouve à l'éboulis du Clap, près de Castelnau-de-Brassac. Un filon de pegmatite, traversant le gneiss, renferme sur ses salbandes de gros cristaux de béryl, de tourmaline d'un bleu sombre ou d'un vert foncé, avec de la muscovite et un peu de biotite. Dans sa partie axiale, le filon a subi une altération profonde ; les feldspaths sont remplacés par de la muscovite, du quartz, de l'albite, de l'apatite violette, puis peu à peu la roche passe à une sorte de greisen à lépidolite et rubellite, avec un peu de béryl, d'apatite, des lamelles d'autunite.

La rubellite forme des agrégats bacillaires, atteignant 6 cm., dont les extrémités ou le centre sont parfois bleuâtres ou verdâtres. Cette rubellite, dont la densité est de 2,99, rappelle celle de Rosena en Moravie ; elle est quelquefois pseudomorphisée en lépidolite et quartz.

Aveyron. De magnifiques masses bacillaires de tourmaline, atteignant 10 cm. $\times$ 7 cm., se trouvent dans une pegmatite, avec orthose, quartz, muscovite, à 100 mètres au Nord du village de Castailhac ; cette tourmaline (densité 3,19) est extrêmement pléochroïque dans les teintes noires et d'un jaune clair ; elle paraît assez homogène pour pouvoir être utilisée pour l'optique (Arsandaux, *B. S. M.* XXIV. 432. 1901).

La collection du Muséum renferme des aiguilles de tourmaline noire provenant d'une pegmatite rose de Maison Neuve en Buisson ; elles sont groupées à axes parallèles et atteignent 30 cm.

Loire. M. Gonnard m'a signalé de très petits cristaux rouge lilas de tourmaline dans la pegmatite du Vizézy au km. 10 de la route de Saint-Bonnet-le-Courreau à Monbrison. Ils sont accompagnés de gigantolite, d'apatite, de quartz et de microcline.

Rhône. A Lozanne, des cristaux bipyramidés de tourmaline sont quelquefois inclus dans des lames de muscovite.

Saône-et-Loire. J'ai examiné récemment un très beau cristal de tourmaline de Charmasse, près Mesvres, terminé par p avec une très petite face a^1.

M. de Chaignon a signalé (*Bull. Soc. sc. nat. Autun*, XXII, proc.-verb. 102. 1909) aux Brosses-de-Coux près Saint-Symphorien-de-Marmagne, une tourmaline bleue compacte, semblable à celle du Chapey, décrite dans le tome I.

Alpes. — *Haute-Savoie*. Les pegmatites du Brévent renferment de gros cristaux de tourmaline souvent brisés, parfois transformés en muscovite : la tourmaline est fréquente dans toutes les pegmatites du massif du Mont Blanc.

Algérie. — *Alger*. Aux gisements de tourmaline des calcaires cités page 109, il faut encore ajouter Rovigo et Derrag, où se trouvent de jolis cristaux jaunes semblables à ceux de l'oued Arrach. M. L. Gentil en a cité plusieurs autres dans sa thèse.

Afrique Occidentale. — *Haut-Sénégal-Niger*. La tourmaline se trouve à Kohanho, dans le Lobi.

Côte d'Ivoire. M. Chevalier m'a remis de beaux échantillons de tourmaline noire provenant du pont d'Agbo et d'Erymakougnié, sur la ligne du chemin de fer ; ils se trouvent dans des filons de quartz.

Dahomey. La tourmaline n'est pas rare dans les pegmatites de cette région. M. Hubert en a signalé à Maka (avec muscovite), à Kouandé dans le cercle de Djougou, dans les micaschistes de l'Atacora, à Saoré, Diguidirou, Carnotville (*Mission au Dahomey*. 1908. 508).

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) la tourmaline dans les pegmatites des environs de Ba-Xat, de Nguyen-Binh, de Cao-Bang.

Madagascar. — Depuis la publication du tome I, j'ai recueilli de très nombreux documents sur les tourmalines polychromes, que je

n'avais fait que signaler en 1893. Dès la conquête de l'île, j'en ai fait tailler et exposer une série dans la galerie du Muséum et engagé les prospecteurs à explorer pour la recherche des gemmes la région du Mont Bity ; j'avais appris en effet que c'est de là que provient le cristal de rubellite décrit page 104.

Depuis quelques années, de nombreux gisements renfermant un type de pegmatite, riche en tourmaline et autres pierres transparentes, ont été découverts dans les provinces d'Imerina et du Betsileo (districts de Vakinankaratra, d'Ambositra et de Fianarantsoa) ; plusieurs d'entre eux sont ou ont été exploités pour l'extraction des gemmes. J'ai successivement décrit leurs produits dans diverses notes (*Bull. Muséum* 1899. 318 ; in *Madagascar au XXe siècle*, 1902, 96 et surtout *B. S. M.* XXXI. 218. 1908 et XXXIII, 37, 1910) ; je dois les riches matériaux étudiés à MM. Fürst, Baret, Mouneyres, Buhan, Villiaume, Tirlet et Dabren. Depuis lors, MM. Duparc, Wunder et Sabot, ont publié (*Mém. Soc. phys. Genève* XXXVI. 283. 1910) un mémoire sur la même question.

Voici tout d'abord une liste des principaux gisements explorés, qui est destinée d'ailleurs à s'augmenter rapidement ; un grand nombre d'entre eux ont été signalés déjà par M. Dabren d'après des échantillons parvenus au Service des mines de la Grande Ile (*Bull. Econ. Madagascar*, 4e sem. 1906).

Vakinankaratra (S. de l'Imerina). La plupart des gisements se rencontrent de l'ouest au sud et au sud-est d'Antsirabé.

Ouest d'Antsirabé : Massif de la Vohitra ; Antsangambato sur le plateau d'Analalava, et, près de là, Tetezantsio ; Ambohimanjaka (N.-E. de Betafo) ; Betafo et ses environs ; Mont Trafo ; Mont Angorogorodona ; Tongafeno ; région de l'Olotsingy (notamment Anjanabonoina), etc.

Au Sud-Ouest d'Antsirabé : Mandrarivo (à 12 ou 13 km.) et ses environs (Ataboka, Fatihita, Tetehina, Ambatolampy, flanc sud-est du mont Tsaravovona).

Au Sud d'Antsirabé, se trouve le massif du Mont Bity (Ibity), autour duquel se pressent toute une série des plus importants gisements ; sur son flanc ouest, dans la vallée de la Sahatany, affluent de la Manandona, le mont Andrianampy, le mont Manitra : il faut faire une mention spéciale pour les filons exploités à Maharitra et dans son voisinage (plus à l'ouest à Ampasihiatra et au nord-ouest à Ambalaroy et à Ano-

sivolo), et au sud, la montagne de Vohidahy, puis plus au Sud encore, en amont du confluent de la Sahatany et de la Manandona et près des gorges de celle-ci, Tsilaizina et ses environs (Maroando, Tsaratanana, Tsimananana, Tsimanankarana), enfin sur l'autre rive de ce fleuve et plus au sud, Antandrokomby, Antanimenabé et Ambavatapia. A citer encore à l'est du Bity, Ambohiponana, Tompobohitra, le pic de Vohimarina ; Ambohimanarivo ; le pic de Vorondolo ; les sources de la Sahatoarendrika, ainsi que Sahanivotry, Sakalina, Marorano (rive gauche de la Manandona à l'est-sud-est du Bity).

Enfin, au sud-est d'Antsirabé, la région de Fisahanana jusqu'au mont Ambatondrangy.

District d'Ambositra (nord-est du Betsileo). Itremo [1] ; Ilaka, à 5 ou 6 km. au nord-ouest d'Ambositra sur la montagne Antanandravolo ; région d'Ambatonjirika ; le mont Ambero près du village ; le mont Andalona au sud-ouest d'Ambositra et à 50 km. environ de cette localité ; Ambondromany et Fiherenana ; Ifempina auprès des sources du Mananjara, au sud-est.

Région de Fianarantsoa. Tsamandava ; dans le nord-ouest, le mont Tsiazo, à l'ouest de Mody sur la Matsiatra ; le mont Vohibarika ; dans le nord-ouest, les monts Marovato et Vohindolo ; dans le sud-sud-est, le mont Tsitondroina, les monts Hiaranany ; enfin la rivière Sarobidy, affluent de gauche du Manandranofotsy, qui contourne le versant occidental des monts Hiaranany et Vohindolo (tourmaline bleu foncé).

Il y aurait certainement lieu de citer aussi d'autres régions de Madagascar ; c'est ainsi par exemple que j'ai examiné des grains roulés de tourmaline d'un vert clair, provenant de la région de Fort-Dauphin dans l'extrême sud et recueillis aux environs du poste de Tsilamaha et dans l'Andohahelo.

Tous ces gisements sont très comparables au point de vue géologique, et pour donner une idée nette sur eux et sur les minéraux qu'ils renferment, il me suffira de décrire avec quelques détails deux de ceux de la région occidentale et méridionale du Mont Bity, sur lesquels j'ai des renseignements particulièrement précis, grâce à l'obligeance de

1. Les premiers cristaux que j'ai reçus de Madagascar avec une indication précise de gisement m'ont été envoyés en mai 1893 par M. E. Gautier. Ils ont été recueillis par lui à l'ouest du mont Itremo, au pied de la crête rocheuse séparant la Mania de la Matsiatra ; ce sont des prismes presque cylindriques terminés par e^1. Ils sont verts à l'extérieur, rouge ou bleu très foncé (*indicolite*) au centre et sont engagés dans du quartz.

MM. Tirlet et Dabren ; de tous les gisements actuellement connus, ce sont les plus complets et les plus riches au point de vue minéralogique.

Cette région est formée par des quartzites un peu micacés, qui constituent les rides montagneuses (arête du Mont Bity notamment) et par des cipolins (à trémolite, diopside, etc.) qui paraissent être postérieurs et se trouver dans des synclinaux. Les uns et les autres sont métamorphisés par le granite ; des filons de pegmatite sont interstratifiés dans ces quartzites et surtout dans ces calcaires, dont ils possèdent la direction générale nord-sud : dans d'autres cas, ils les traversent.

Un même filon est généralement variable comme puissance, souvent hétérogène de composition et de grain, d'ordinaire à grands éléments, au moins localement ; il présente fréquemment des concentrations locales d'un ou de plusieurs des éléments ; la structure graphique n'est pas rare.

Ces pegmatites sont pauvres en micas (lépidolite ou zinnwaldite), riches en tourmaline noire, qu'accompagnent souvent et que remplacent parfois des tourmalines polychromes de toutes les teintes possibles. Leur caractéristique minéralogique réside dans la nature alcaline des feldspaths [microcline (amazonite), albite ou oligoclase-albite], dans l'abondance de minéraux borés (tourmaline, danburite, hambergite, rhodizite), lithiques (lépidolite, zinnwaldite, triphane, tourmaline, béryl rose), gluciniques (béryl, hambergite) ou à la fois lithiques et gluciniques (bityite, rhodizite), le béryl rose est parfois riche en césium : il existe des niobotantalates (hatchéttolite, microlite), des phosphates (autunite, apatite), des minéraux uranifères (hatchéttolite et autunite). Ceux de ces minéraux qui sont calciques (danburite, grossulaire, rubellite, bityite) n'ont été observés que dans les filons traversant les calcaires : peut-être sont-ils dus à une action endomorphe de contact.

Quelques gisements fournissent des roches exceptionnellement belles : à Ambohimanjaka, à l'est-nord-est de Betafo, une pegmatite est formée d'albite blanche, de quartz, de rubellite rouge foncé et de béryl bleu de Prusse. A Vohidahy, dans une pâte d'amazonite d'un vert bleuâtre pâle, de quartz enfumé et de tourmaline rose, se détachent de grandes lames de lépidolite rosée et de gros grains de spessartine orangée, cerclée de tourmaline verte et bleue.

Beaucoup de filons contiennent d'énormes géodes, vastes poches à cristaux, qui sont disposées sans ordre, tantôt dans leur partie axiale, tantôt sur leurs bords : deux géodes voisines peuvent renfermer des minéraux drusiques différents.

Les minéraux ,qui servent d'éléments essentiels à la roche, à l'inverse de ceux des cavités, n'ont souvent pas de formes géométriques distinctes ; par suite de la kaolinisation très fréquente des feldspaths, la plupart d'entre eux sont mis en liberté à la surface du sol, où on les rencontre en fragments anguleux à aspect brisé : c'est sous cette forme qu'ils ont été tout d'abord connus. Dans d'autres cas, ils sont extraits (béryl, triphane) du kaolin ou de l'halloysite en fragments à surface brillante, creusée de profondes cavités de corrosion, régulières ou non.

Les gisements sont remarquables par les dimensions colossales qu'y prennent la plupart des minéraux, aussi bien ceux des druses que ceux entrant dans la constitution normale de la pegmatite.

Les filons sont parfois nombreux dans un même gisement, mais leur minéralisation et la nature de celle-ci varient fréquemment de l'un à l'autre. Je prendrai pour exemples deux localités, dont j'ai étudié un nombre considérable d'échantillons.

A Maharitra, les filons se trouvent au nord du village. Le plus intéressant, orienté nord-nord-ouest et mesurant 30 m. d'épaisseur, est encaissé dans les cipolins ; il a été reconnu sur plus de 400 m. La pegmatite y est à très grands éléments et contient de nombreuses cavités, riches en fort gros cristaux de quartz enfumé, de microcline, de tourmaline noire et de tourmalines polychromes : certaines de ces géodes ont fourni jusqu'à 16 kg. de rubellite ; la caractéristique des tourmalines de ce gisement réside dans la grande abondance des cristaux de couleur claire, zonés et munis de terminaisons distinctes. Ce même filon renferme du béryl de diverses couleurs et notamment la variété vorobejvite, de la lépidolite, des grenats, de la danburite, de la hambergite, de la bityite et enfin du triphane incolore (qui se trouve aussi dans la carrière voisine d'Ampasihiatra, en même temps que de magnifiques cristaux de rubellite de couleur très foncée, etc.). C'est de ce filon que proviennent la plupart des minéraux, qui doivent rendre ce gisement classique.

A 1500 m. plus à l'Ouest, un filon de pegmatite à éléments moyens, encaissé dans les schistes micacés, contient surtout de la rubellite, mais en cristaux petits et rares. A 800 m. plus au Nord, un filon du même type renferme, en outre, du béryl bleu de ciel ou vert. A l'est du gisement principal, mais dans les micaschistes, s'en trouve un autre, constitué par une pegmatite à grands éléments : à l'inverse de ce qui s'observe dans les précédents, la tourmaline, généralement enveloppée

dans du quartz enfumé, y est très fissurée et impropre à la joaillerie. Enfin, au Nord-Est, existe un autre filon, dans lequel la tourmaline, en longues baguettes d'un vert olive, est englobée par du quartz blanc. Dans la même région, abondent aussi des filons de pegmatite à quartz rose contenant de la tourmaline noire.

A Antandrokomby, la plupart des filons ont une direction Est-Ouest : ils sont engagés dans des cornéennes, alternant avec des cipolins. Trois d'entre eux, espacés d'une centaine de mètres, ont été explorés ; ils ont respectivement 1 m. 50 et 0 m. 40 d'épaisseur et ont été suivis sur plus de 700 m. La tourmaline noire y abonde, ainsi que les variétés vertes, brunes, etc., mais ce gisement fournit surtout d'admirables rubellites d'un rouge sombre, qui se trouvent fréquemment dans

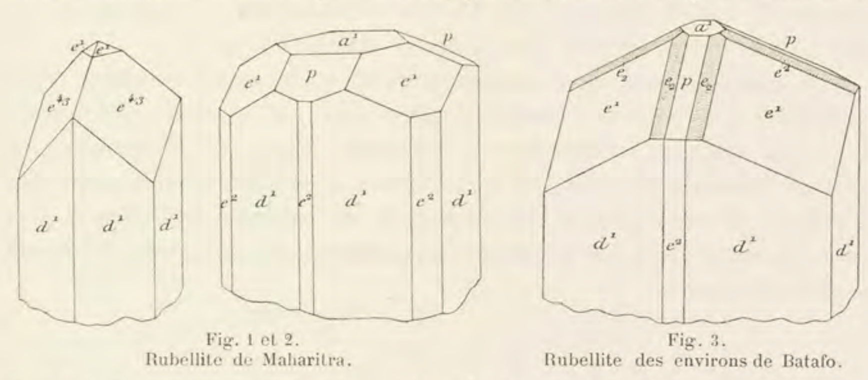


Fig. 1 et 2.
Rubellite de Maharitra.

Fig. 3.
Rubellite des environs de Batafo.

des géodes en cristaux bipyramidés : la tourmaline d'un vert bleuâtre s'accumule parfois au contact immédiat avec le calcaire. Il faut noter en outre, comme élément essentiel, du triphane opaque, concentré sur les bords des filons et englobant des cristaux de rhodizite et de microlite.

Dans ces gisements et dans ceux de la même région, la tourmaline noire a généralement des formes simples, d^1 (facies hexagonal) ou $1/2\ e^2$ (facies triangulaire), dominants ; e^1 est la terminaison la plus fréquente, avec ou sans p, a^1, b^1. J'ai observé un cristal drusique très allongé, implanté sur quartz et provenant d'Ambalaroy, qui est terminé à une extrémité par p et à l'autre par p et b^1 ; de petits cristaux d'Ampohinana, à facies hexagonal, englobés dans la muscovite sont au contraire raccourcis suivant l'axe c et terminés par p. Ces cristaux noirs ne présentent pas de particularité remarquable, sauf parfois leurs très grandes dimensions (Ambalaroy, Tongafeno) ; ils peuvent atteindre plusieurs décimètres de longueur et quelques kilogrammes en poids.

Les cristaux de tourmalines polychromes sont plus intéressants : souvent ils sont complètement ou partiellement homogènes et transparents ; ils fournissent alors de fort belles pierres, utilisées pour la joaillerie ; c'est leur recherche qui a déterminé l'exploitation de ces pegmatites.

Ils ont communément plusieurs centimètres de longueur et peuvent atteindre d'énormes dimensions, tel l'un d'eux (rubellite), provenant de Maharitra, qui pèse 5 kg. 840 et mesure 38 cm. suivant l'axe vertical et 9 cm. de diamètre. Il en existe de plus gros encore, comme ceux provenant d'Anjanabonoina, à l'ouest-sud-ouest de Betafo ; ils sont alors peu allongés suivant l'axe vertical et de grand diamètre ; celui, dont une section est représentée par la figure 12, pèse 3 kg. 4 et mesure 11 cm. de hauteur sur 13 cm. de diamètre. J'ai vu un cristal brisé du même gisement, dont le poids atteint 15 kg.

Ces cristaux sont en moyenne pauvres en formes terminales : j'ai observé les suivantes, classées d'après leur situation aux pôles antilogue ou analogue. Dans la zone verticale, c'est soit d^1 (cristaux à section hexagonale), soit $1/2\ e^2$ (cristaux à section triangulaire) qui domine : ils sont parfois accompagnés de prismes, difficiles à préciser, à cause de leurs profondes cannelures, cependant k $(41\bar{5}0)$ est parfois distinct.

Pôle antilogue	Pôle analogue
$1/2\ a^1$ (0001)	$1/2\ a^1$ $(000\bar{1})$
$1/2\ p$ $(10\bar{1}1)$	$1/2\ p$ $(\bar{1}011)$
$1/2\ e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$	
$1/2\ b^1$ $(01\bar{1}2)$	$1/2\ b^1$ $(0\bar{1}1\bar{2})$
$1/2\ e^1$ $(02\bar{2}1)$	$1/2\ e^1$ $(0\bar{2}2\bar{1})$
$1/2\ e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$	
$1/2\ e^{3/2}$ $(05\bar{5}1)$	
$1/2\ e_2$ $(12\bar{3}2)$	
$1/2\ e_{1/2}$ $(13\bar{4}1)$	
$1/2\ e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$	

La richesse en faces du pôle antilogue est un fait général dans la tourmaline ; mais ici elle est due particulièrement à ce fait que les cristaux sont presque toujours attachés à leur gangue par le pôle analogue, et que, dans ce cas, seul le pôle antilogue est distinct. C'est ainsi que sur 130 cristaux de 2cm. à 2cm.5 de longueur (Maharitra) que j'ai examinés, 126 sont terminés par le pôle antilogue avec e^1 prédominant ; sur ce nombre, 70 (cristaux d'un vert bleuâtre ou rosâtre) présentent, en outre, $e^{3/2}$; sur les autres (cristaux mi-roses et mi-verts),

$e^{4/3}$ est plus ou moins développé. Les faces $e^{4/3}$ sont souvent striées parallèlement à leur intersection avec e^1 ; celles de $e^{3/2}$ sont ternes et n'ont pu être mesurées qu'en collant une lame de verre à leur surface. Sur les cristaux de Maharitra, le rhomboèdre p est rare au pôle antilogue.

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$e^1 \; e^{4/3}$	164°53′	164°36′
$e^1 \; e^{3/2}$	167° 6′	166°43′ à 56′

Parmi les formes indiquées plus haut, une mention spéciale est due au rhomboèdre, relativement rare, $e^{1/2}$; il forme des facettes très brillantes sur de beaux cristaux très verts d'Ampasihiatra et de Maharitra, parfois teintés de rose, dans lesquels il est associé à e^1 (dominant), a^1 et d^1, avec $_{1/2}\,e^2$ très réduit (fig. 4).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$a^1 \; e^{1/2}$	152°40′	152°38′
$e^{1/2} \; e^1$	161°23′	161°24′

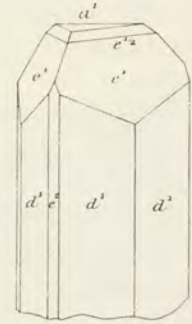


Fig. 4.
Tourmaline rose et verte d'Ampasihiatra (Facies hexagonal).



Fig. 5.
Tourmaline verte de Maharitra (Facies triangulaire).

Les faces e_2 sont généralement ternes : je les ai rarement observées dans les cristaux de la vallée de Sahatany, mais je les ai vues bien développées sur des cristaux de rubellite (e^1, e_2, p, a^1, e^2, d^1) des environs de Betafo (fig. 3).

J'ai rencontré $e_{1/3}$ $(24\bar{6}1)$ à faces larges, mais ternes sur de gros cristaux vert foncé de Maharitra (fig. 5), dont toutes les faces du sommet sont d'un jaune pâle ($e^1 \; e_{1/3} = 151°59′$ obs., 14′ calc.).

Les cristaux sont exceptionnellement bipyramidés ; tel est le cas pour d'admirables échantillons de rubellite rouge foncé d'Antandro-

komby et d'Ampasihiatra (fig. 6 à 9), dont le pôle analogue est constitué par p et e^1, et le pôle antilogue, soit par e^1 seul, soit par a^1 (face large

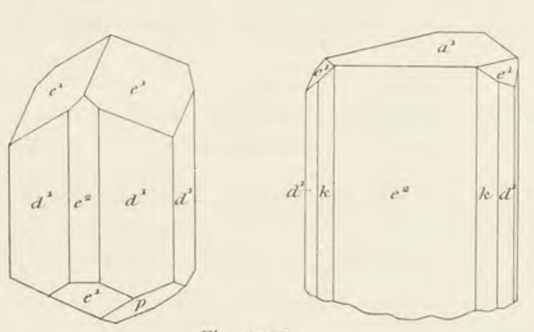


Fig. 6 et 7.
Rubellitte d'Antandrokomby.

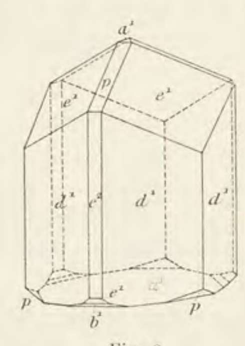


Fig. 8.
Rubellite d'Ampasihiatra.

et brillante) avec e^1, ou bien avec p, e^1, b^1. Ces cristaux de rubellite sont quelquefois réguliers (Ampasihiatra), mais plus fréquemment ils offrent des irrégularités dans le développement de leurs faces. Ils sont parfois aplatis suivant une face e^2, ce qui entraîne une exagération dans le développement de certains plans du sommet ; dans d'autres cas, cette dernière particularité est seule réalisée, sans aplatissement spécial. La disposition la plus générale consiste alors dans l'hypertrophie d'une face e^1, en zone avec une très petite face a^1 et une face p linéaire ; les deux autres faces e^1 sont réduites ; cette anomalie est réalisée dans un admirable cristal de rubellite rouge foncé (Maharitra) de la collection du Muséum, qui pèse 419 gr. et mesure 8 cm. $\times$ 7 $\times$ 5.



Fig. 9.
Cristal bipyramidé de rubellite d'Ampasihiatra. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Les cristaux de couleur pâle, qui sont les plus abondants à Maharitra, sont en général plus réguliers, mais il y a des exceptions, c'est ainsi que la figure 10 représente un cristal rosé et grisâtre, à aspect monoclinique par suite de l'existence

dans son pointement d'une seule face b^1 ($01\bar{1}2$), bordée par deux faces p ; toutes trois sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle.

Ces tourmalines présentent d'extrêmes variations de couleur, non seulement dans les individus provenant d'un même gisement, mais dans un même cristal. Il n'y a guère que certains de ceux de rubellite rouge rubis foncé, dont la couleur soit quelquefois parfaitement homogène dans toute l'étendue d'un individu cristallin. Quelques-unes de ces rubellites provenant d'Antandrokomby, ont un aspect aventuriné, grâce à de nombreuses inclusions de lépidolite.

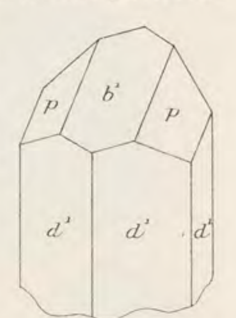


Fig. 10.
Tourmaline à développement anormal. Maharitra.

Le plus souvent, un même cristal possède deux ou plusieurs couleurs ; rouge (du rouge rubis au rose le plus pâle), jaune, brun, orangé, vert, bleu, gris ou même presque incolore ; parfois les couleurs d'un même cristal restent dans les nuances voisines, mais l'inverse est souvent réalisé. Ces variations de coloration, fort intéressantes au point de vue minéralogique, rendent fréquemment de belles pierres inutilisables pour la joaillerie [1] ; elles sont soumises d'ailleurs à quelques règles ; j'ai observé en effet les principaux cas suivants :

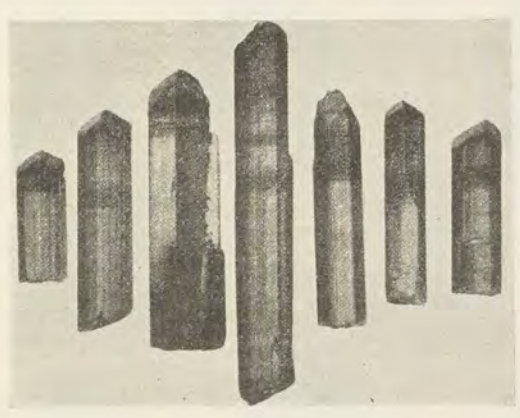


Fig. 11.
Tourmalines de Maharitra, offrant une dissymétrie de coloration par rapport à l'axe vertical ; les parties claires sont roses, les autres (pôle antilogue) vertes. (*Photographie grandeur naturelle.*)

Disposition dissymétrique par rapport à l'axe vertical. La coloration peut être disposée d'une façon dissymétrique aux deux

1. Les pierres utilisées pour la joaillerie sont celles qui ont une couleur homogène ; celles d'un rouge rubis ont la plus grande valeur, pouvant atteindre 60 fr. le carat. Ce sont les variétés jaunes et particulièrement celles d'un jaune d'or, rappelant la cymophane (chrysobéryl), qui sont les plus spéciales à Madagascar.

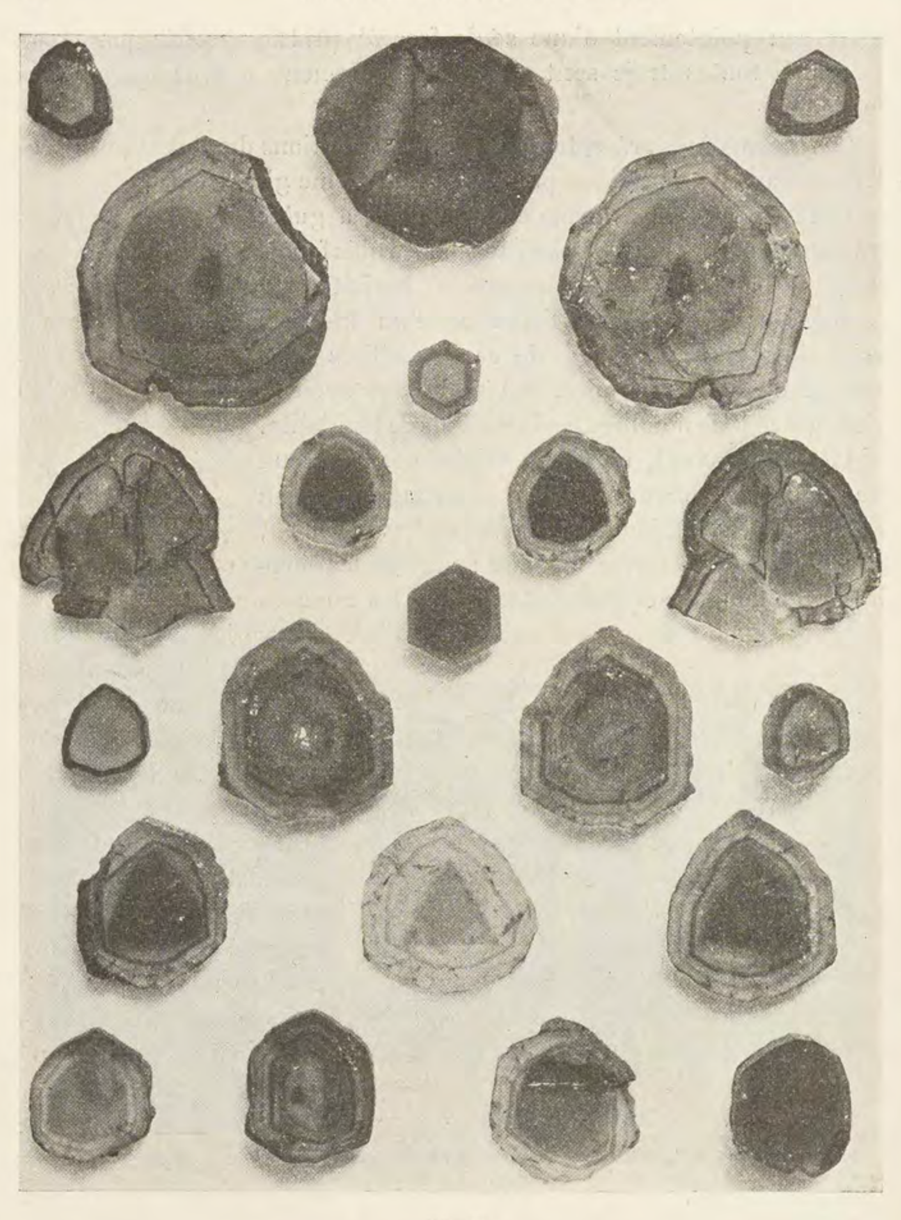


Fig. 12.

Sections transversales de tourmalines de Maharitra présentant divers types de disposition concentrique, avec ou sans division en secteurs. Les parties foncées sont vertes ou rouge sombre, et plus rarement d'un jaune verdâtre et les claires, rosées. (*Photographie à peu près grandeur naturelle.*)

extrémités du cristal, en rapport avec son hémimorphisme ; un des cas les plus fréquents est celui dans lequel le pôle antilogue, terminé par e^1, est vert et le pôle analogue, par lequel le cristal est fixé sur sa gangue, rose ; c'est la disposition réalisée par les jolis cristaux de Maharitra, dont j'ai parlé plus haut, ayant de 2 cm. à 2 cm. 5 de longueur et rappelant certains de ceux de l'île d'Elbe (fig. 11). Les passages d'une couleur à une autre sont brusques ou ménagés. Les tranches de couleurs différentes peuvent être encore plus nombreuses. M. Tirlet m'a signalé en particulier un cristal de grande taille (5 kg. 980), trouvé à Maharitra avec une vingtaine d'autres semblables ; tous présentaient les mêmes particularités, le sommet était rouge de cuivre, puis se voyaient ensuite des tranches d'épaisseurs inégales : bleues, d'un gris rose, d'un bleu foncé, puis rouges.

Une variante de ce cas est réalisée, quand des cristaux, par ailleurs assez homogènes comme couleur, ont seulement les faces du sommet d'une coloration spéciale. Ainsi à Maharitra, les rubellites d'un rose pâle ont souvent leurs faces e^1, jaunes. J'ai vu une rubellite rose pâle d'Anosivolo terminée par une base d'un beau bleu.

Disposition concentrique. Le cristal est formé par des zones concentriques parallèles à l'axe vertical ; le centre, par exemple, rouge foncé homogène, est entouré par une enveloppe extérieure jaune ou verte ; la disposition inverse est moins commune ; ces zones peuvent être très nombreuses, avec récurrence des mêmes couleurs. Si les conditions de la cristallisation sont restées à peu près constantes au cours de l'accroissement, les enveloppes concentriques ont toutes la même forme ; si, au contraire, elles ont varié, certaines zones peuvent avoir une forme spéciale, être triangulaires ($1/2\ e^2$) par exemple au centre, avec enveloppes extérieures formées par d^1, avec ou sans $1/2\ e^2$. Plus rarement, j'ai vu un triangle central violet foncé, enveloppé dans un hexagone de même couleur, mais plus clair, lui-même inscrit dans un prisme hexagonal verdâtre, correspondant à d^1, alors que le précédent représentait $1/2\ e^2$. Le rhomboèdre terminal peut aussi varier d'inclinaisons.

Quand le cristal possède une terminaison distincte, tantôt les rhomboèdres du sommet ont la couleur de l'enveloppe extérieure et tantôt celle du centre. J'ai entre les mains un cristal zoné, rose et vert pâle, dont la partie centrale est d'une teinte rose homogène sur une portion de sa hauteur, alors que dans une autre partie, il existe en son milieu

un rhomboèdre e^1, vert foncé, facile à étudier, grâce à une plaque de 8 mm. d'épaisseur, que j'ai pu faire tailler parallèlement à la base.

Enfin, il existe des cristaux bacillaires à composition complexe, formés par la réunion d'individus parallèles, originellement isolés et de même couleur, plus tard réunis en un seul cristal, par un apport de matière de couleur différente.

Dans quelques cas, le cristal s'est accru par dépôt alternatif de couches diversement colorées sur les faces du rhomboèdre terminal e^1 ; il en résulte une division en trois secteurs triangulaires des sections transversales de ces cristaux encapuchonnés. Comme dans les plagioclases, le passage d'une zone à une autre se fait quelquefois d'une façon insensible quand les changements de composition du milieu ont été faibles et continus, mais si le cristal s'est accru longtemps, avec changements brusques de composition, il en résulte dans chacun des secteurs triangulaires une série de bandes successives à contours nets, bien mises en évidence dans la figure 13, réduction d'une photographie faite par contact direct de la plaque du gros cristal [1] d'Anjanabo-

Fig. 13.

Section a^1 (0001) d'un cristal d'Anjanabonoina : les parties claires sont roses, les foncées vertes. (*Réduction d'un tiers environ, d'une photographie faite par contact direct.*)

1. M. Termier a signalé (*B.S.M.* XXXI. 138. 1908) des cristaux identiques et provenant du même gisement : ils possèdent en outre de e^1, d^1 et $1/2\ e^2$, les formes e_2 $e_{1/2}$ et un scalénoèdre indéterminable de la zone $e_{1/2}$ $e^{1/3}$. M. Termier pense que le cristal s'est formé par l'accroissement d'un prisme triangulaire

noina, dont il a été question plus haut. Généralement, comme dans cet échantillon, la cristallisation se termine par la production d'une enveloppe uniforme, parallèle à l'axe vertical.

J'ai vu plusieurs exemples des secteurs triangulaires présentant une autre disposition ; ils sont déterminés dans une section basique par des traits rouges, se coupant suivant des angles de 120°. En examinant des plaques suffisamment épaisses, on voit que ces traits correspondent à l'intersection de plans colorés, parallèles à l'axe vertical ; ils ne peuvent donc plus s'expliquer par des dépôts produits sur des faces rhomboédriques comme les précédents ; leur interprétation est fournie par des cristaux de Maharitra, dont les arêtes culminantes e^1 sont remplacées par une gouttière, limitée par de petites facettes e^1 ; le cristal, en apparence simple, est, par suite, constitué par le groupement régulier de trois cristaux fournissant chacun l'une des faces e^1 de l'assemblage. Si l'on imagine que les plans de jonction de ces trois cristaux soient colorés en rouge, la section transversale de leur groupement fournit l'apparence qu'il s'agit d'expliquer ; par leur disposition, ces groupements sont à comparer à ceux de calcite représentés par la figure 137 de la page 500, du tome III.

Ces divers cas de structure sont bien mis en évidence par la figure 12, qui reproduit la section basique de quelques-uns des cristaux que j'ai étudiés. Dans un cristal très allongé, on peut quelquefois observer les deux cas principaux de disposition concentrique qui viennent d'être étudiés, suivant qu'on les taille près ou loin d'un sommet rhomboédrique.

Il me reste à signaler l'assez grande fréquence de cristaux limpides, dont les faces rhomboédriques sont opaques, mais brillantes.

Comme autre accident de structure, j'indiquerai la fréquence de la structure cylindroïde, dont il a été incidemment question plus haut : elle se trahit soit dans la zone verticale seulement, soit dans celle-ci et sur les sommets ; cette particularité est extrêmement fréquente dans les cristaux de Maharitra. Il en est de même pour la structure fibreuse ;

à zones concentriques parallèles à l'axe vertical, plus tard corrodé pour donner naissance à un prisme hexagonal. L'exactitude de mon interprétation peut être mise en évidence par l'examen de sections parallèles à l'axe vertical de ces cristaux et aussi de sections transversales : on voit dans ces dernières notamment que les bandes successives de chaque secteur sont obliques à la lame et parallèles à une face e^1 ; j'ai même pu, dans une plaque transversale épaisse, obtenir un décollement suivant le plan de jonction de deux zones contiguës.

certains cristaux sont fibreux seulement dans une petite portion, située à l'intersection du prisme et du sommet. Il n'est pas rare, en outre, de trouver des cristaux brisés et ressoudés naturellement (fig. 14).

Enfin, j'ai observé une curieuse particularité dans des fragments de cristaux d'un vert foncé suivant c et d'un violacé sombre dans la direction perpendiculaire. Ce sont des globules un peu aplatis perpendiculairement à l'axe vertical. Sur ces surfaces d'aplatissement, on voit trois séries de cannelures venant se réunir au centre (elles correspondent sans doute aux arêtes rhomboédriques) et limitant trois secteurs triangulaires à surface courbe ; ces globules, à aspect perlitique, ont été obtenus en brisant l'extrémité supérieure de gros cristaux.



Fig. 14.
Groupe de cristaux de tourmaline rose fibreuse, brisés et ressoudés naturellement. Maharitra.
(*Photographie grandeur naturelle.*)

Dans les géodes de Maharitra, il existe parfois deux générations de tourmaline ; la plus récente consiste en aiguilles d'un rose très pâle (avec souvent les faces e^1 jaunes) ou même incolores, parfaitement limpides ; elles forment de délicats buissons sur des cristaux plus gros du même minéral ou sur des cristaux drusiques de béryl rose.

Les tourmalines polychromes de Madagascar ne sont jamais que localement uniaxes ; l'uniaxie est acquise par des entrecroisements de plages biaxes (plan des axes parallèle ou perpendiculaire au côté extérieur des secteurs triangulaires), dans lesquelles l'écartement des axes peut être relativement assez grand (2 E peut atteindre 25° environ). Cette biaxie n'est le propre d'aucune couleur spéciale ; elle ne m'a pas paru varier d'une façon systématique dans un même cristal avec les changements de couleurs. Elle n'est pas liée davantage à une structure plutôt qu'à une autre ; on l'observe aussi bien dans les cristaux divisés en secteurs que dans ceux qui n'en présentent pas.

Tout récemment, MM. Duparc, Wunder et Sabot ont décrit (*Arch. sc.*

phys. nat. Genève. XXIX. 62. 1910 et *op. cit.*) des cristaux du genre des précédents provenant de gisements plus ou moins voisins, mais distincts de ceux que j'ai étudiés : ils se trouvent dans les mêmes conditions géologiques, et sont simples de forme : Antsangambato, 1° cristaux à section triangulaire portant le prisme k $(41\bar{5}0)$, avec $^{1/2}e^2$, d^1, et terminés par $a^1 e^1$ ou pe^1 ; 2° rubellite d'un rouge-rubis, comme celle d'Antandrokomby en cristaux bipyramidés : d^1 (dominant), $^{1/2}e^2$, terminés par e^1 et par e^1 p, deMoroandro, de Tsilaizina [tourmalines de couleurs claires et variées, zonées comme celles de Maharitra ; un seul cristal a été trouvé, il est terminé par $e^{4/3}$ $(07\bar{7}2)$; elles accompagnent le béryl rose et la spessartine] ; Ambondromany (rubellite foncée). La figure 15 représente, d'après ces savants, mais avec une interprétation différente, une tourmaline noire des environs d'Ambositra, portant le scalénoèdre $u = (b^{1/7}\, d^{1/8}\, d^{1/2})$ $(23\bar{5}1)$ [$u\,u$ s. $e^x <^2$ 137°24′ ; s. $e^x >^2$ 113°58′ ; pu 147°2′].

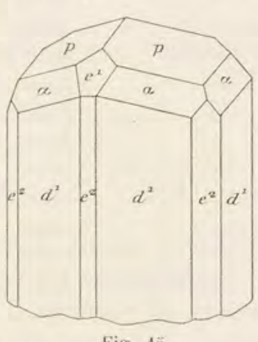


Fig. 15
Tourmaline d'Ambositra.

Les savants genevois ont publié les analyses suivantes montrant que ces tourmalines sont plus riches en sodium qu'en lithium, que les rouges et les roses sont plus calciques et moins manganésifères que les jaunes, les brunes et les vertes : comme toujours, les types noirs sont très ferrifères, mais ils sont en outre, eux-aussi, riches en manganèse.

Antsangambato : *a* rouge foncé ; *b* rouge plus clair.
Maroando : *c* rose.
Antaboka ; *d* rouge.
Tsilaizina : *e* rose ; *f* jaune-paille ; *g* brune ; *h* noire.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*
SiO^2.....	37,72	37,78	37,06	37,29	37,52	36,77	35,79	35,54
Al^2O^3....	41,14	41,25	40,53	38,91	40,08	39,12	40,06	37,43
Fe^2O^3....	0,65	0,42	0,40	0,78	0,40	0,58	0,61	4,07
B^2O^3.....	9,58	9,46	11,03	10,05	10,70	9,90	10,22	10,97
MnO.....	1,72	1,83	1,23	0,52	0,63	5,14	5,85	5,69
MgO.....	0,24	0,20	0,43	0,30	0,39	0,21	0,19	0,13
CaO......	0,90	1,03	2,58	4,10	2,44	0,77	0,90	0,58
Li^2O.....	1,13	1,01	0,11	1,03	0,66	0,59	0,18	0,11
Na^2O.....	2,12	2,39	0,80	0,76	1,58	1,47	1,22	1,42
K^2O.....	0,09	0,08	0,13	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10
F........	0,78	0,81	1,23	1,40	1,05	1,24	0,90	0,73
H^2O.....	4,16	4,08	4,02	4,39	4,14	3,88	3,81	3,44
	100,23	100,34	99,55	99,63	99,68	99,77	99,83	100,21

Ils ont mesuré les indices suivants (Na), extraits de leur second mémoire, qui rectifie les valeurs du premier ; les échantillons mesurés ne sont pas ceux qui ont été analysés, mais ils ont la même couleur.

		n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E	Densité
Antsangambato	*a* rouge foncé	1,6448	1,6251	0,0197	5°32′	3,005
—	*b* rouge clair	1,6376	1,6199	0,0177	5°41′	3,015
Maroando	*c* rose pâle	1,6408	1,6246	0,0162	14° 5′	2,978
—	rouge	1,6394	1,6237	0,0157	8°18′	
Antaboka	*d* rouge	1,6411	1,6256	0,0155	6°20′	3,047
Tsilaizina	*e* rose pâle	1,6374	1,6214	0,0160	7°33′	3,061
—	*f* jaune paille	1,6430	1,6224	0,0206	8° 5′	3,102
—	jaune plus foncé	1,6464	1,6243	0,0221	6°29′	3,111
—	jaune brun	1,6460	1,6239	0,0221	10° 6′	2,978
—	*g* brun-verdâtre	1,6470	1,6244	0,0226	8°54′	3,073
—	brun foncé	1,6481	1,6250	0,0231	7°34′	3,011
—	*h* noire	1,6525	1,6279	0,0246	0	3,127

La tourmaline noire n'est pas localisée à Madagascar dans les gisements qui viennent d'être étudiés ; elle abonde dans les pegmatites de toute l'île, mais elle paraît n'y présenter que des formes communes.

J'en ai vu de beaux cristaux provenant du mont Ambohiholo dans la région de Miandrarivo ($^{1/2}e^2$ p b^1), du sud-ouest du Beampihozy, affluent de la Linta (gros cristaux nets et pegmatite graphique de tourmaline et de quartz) et de Kokomba, au sud-est d'Ampotaka (pays Mahafaly), où se trouve aussi de la tourmaline finement fibreuse. Le même minéral se trouve aussi au sud d'Ankavandra, à l'ouest du Menabé (gros cristaux noirs, engagés dans le microcline passant à l'amazonite)[1].

GROUPE DE LA LAWSONITE

Ce groupe comprend les trois espèces suivantes, dont la dernière seule a été décrite tome I, p. 111.

Lawsonite . . . } $H^4CaAl^2Si^2O^{10}$
Hibschite . . . . }
Carpholite . . . $H^4MnAl^2Si^2O^{10}$.

1. M. Piutti vient de montrer (*Gazzetta chim. ital.* XL. parte I. 1910) que les tourmalines de Madagascar et de quelques gisements métropolitains, que je lui ai communiquées, possèdent une faible radioactivité et contiennent des traces d'hélium ; dans les cristaux zonés de Maharitra, la partie externe présente ces propriétés plus développées que dans le centre.

LAWSONITE
$H^4CaAl^2Si^2O^{10}$.

Orthorhombique : $mm = 112^\circ 44'$.

$b : h = 1000 : 614,87$ D$=832,59$ d$=553,83$

[$a : b : c = 0,6652 : 1 : 0,7385$. (Ransome)].

Macles. — Macle suivant m : $mm = 154^\circ 32'$

Facies. La lawsonite forme des cristaux rectangulaires allongés et des masses grenues.

Clivages. Clivages, parfait suivant g^1 (010), facile suivant p (001), traces suivant m (110).

Dureté. 8. Raye la topaze et est rayée par elle.

Densité. 3,084.

Coloration et éclat. Incolore ou bleuâtre. Translucide ; devient opaque par altération. Structure zonée avec colorations différentes.

Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Plan des axes parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) normale à p (001) : $\rho < v$

$$\mathbf{n}_g = 1,684 \text{ (Na) Ransome.}$$
$$\mathbf{n}_m = 1,669$$
$$\mathbf{n}_p = 1,665 \text{ d'où } 2V = 84^\circ 6'$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,019$$

Pléochroïsme. Les cristaux bleuâtres sont pléochroïques en lames très épaisses $\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ = incolore, $\mathbf{n}_p$ = bleuâtre.

Composition chimique. La composition théorique correspondant à la formule $H^4CaAl^2Si^2O^{10}$ ou Ca $(Al.2OH)^2(SiO^3)^2$ est la suivante :

SiO^2	38,2
Al^2O^3	32,5
CaO	17,8
H^2O	11,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau en gonflant et en donnant un verre blanc bulleux. Donne de l'eau dans le tube. Facilement attaquable par l'acide chlorhydrique bouillant.

Diagnostic. Se distingue aisément par sa forme et par ses propriétés optiques et notamment par sa biréfringence.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La lawsonite est un minéral essentiel de certaines roches métamorphiques et particulièrement de celles produites par transformation de roches éruptives basiques.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. M. Termier a signalé (*B. S. M.* XXVII. 265. 1904) la lawsonite dans des schistes à glaucophane dérivant d'un gabbro et se trouvant au milieu des schistes lustrés de Saint-Véran, dans la haute vallé de l'Aigue Blanche.

Au delà de la frontière, M. Franchi a montré, dès 1896, l'abondance de la lawsonite dans les amphibolites des Alpes (notamment haute vallée de Chianale) et discuté son origine (*Att. R. Acc. Scienz. Torino*. 27 déc. 1906 et *Bol. Soc. geol. ital.* XVI. 73. 1896).

Corse. — J'ai rencontré (*B. S. M.* XX. 310. 1897) en abondance ce minéral sous forme de baguettes rectangulaires dans les gabbros saussuritisés et glaucophanisés de nombreuses localités de cette île (Vieux pont de Piedicorte sur le Tavignano, Basanera de Bastia en particulier) et dans des schistes à glaucophane (Rutelli et Campitello, Santa-Maria-di-Poggo).

La lawsonite y provient toujours de la transformation de plagioclases basiques ; elle est associée, suivant les localités, à de l'épidote, des chlorites, ou de la glaucophane ; c'est le minéral que j'ai signalé tome I (p. 708) comme de nature indéterminée ; peu après la publication de ce volume, je l'ai identifié avec la lawsonite que M. Ransome venait de trouver en cristaux macroscopiques dans la presqu'île de Tiburon en Californie et M. Franchi dans les Alpes.

Nouvelle-Calédonie. — La lawsonite se rencontre dans des gabbros glaucophanisés de la vallée du Diahot, qui sont très analogues à ceux de Corse et des Alpes.

HIBSCHITE

$H^4CaAl^2Si^2O^{10}$

Cubique.

Facies des cristaux. Constitue des octaèdres réguliers ne dépassant guère 80 μ.

Dureté. 6.

Densité. 3,05.

Coloration et éclat. Incolore en lames minces ; le minéral isolé de sa gangue est gris jaunâtre à cause des inclusions de mélanite.

Groupement avec d'autres minéraux. La hibschite n'a été rencontrée qu'en cristaux enveloppant un rhombododécaèdre de mélanite.

Propriétés optiques. En général, monoréfringente, mais présente parfois une légère biréfringence, avec division en secteurs, comme dans des grenats octaédriques. $\mathbf{n}_m = 1{,}67$.

Composition chimique. L'analyse publiée par M. F. Cornu indique la même composition chimique que pour la lawsonite.

Essais pyrognostiques. Infusible ; fortement chauffée, donne de l'eau dans le tube. Facilement attaquée par les acides.

Altérations. Se décompose parfois en calcite.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hibschite a été décrite par M. F. Cornu (*T. M. M.* XXV. 249. 1906), qui l'a trouvée tout d'abord dans des fragments de marnes calcaires, enclavés dans la phonolite de Marienberg près Aussig (Bohême).

Plateau Central. — *Ardèche.* Le même savant a reconnu que la

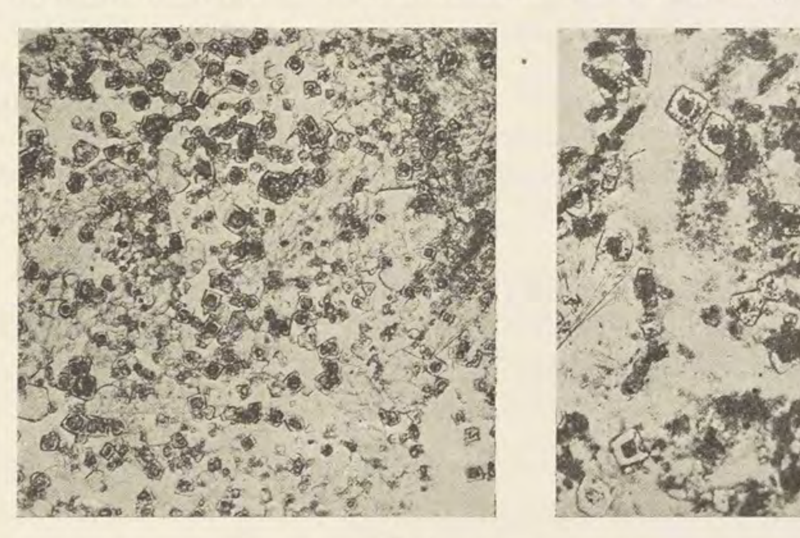


Fig. 3.
Hibschite limpide entourant mélanite dans enclave calcaire de la phonolite de Marienberg (à gauche), du basalte d'Aubenas (à droite). (*Photographie en lumière naturelle : grossissement de 50 diamètres*).

zone incolore entourant les rhombododécaèdres microscopiques de

mélanite, que j'ai signalés jadis, dans des enclaves calcaires des basaltes d'Aubenas (*Les encl. des roches volc.* 1893. 149) est identique à la hibschite d'Aussig, avec cette différence toutefois que dans ceux des échantillons qui présentent en lumière polarisée une division en secteurs, le signe de l'indice, normal aux contours d'une face octaédrique, est inverse de celui du minéral bohémien.

La figure 1 représente à gauche la hibschite de Marienberg, d'après un échantillon que je dois au regretté minéralogiste autrichien, et à droite celle d'Aubenas.

BERTRANDITE (T. I, p. 113).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* De jolis cristaux de bertrandite ont été trouvés en décembre 1906, avec apatite bleue, dans une fouille faite rue de la Poudrière à Nantes.

GROUPE DES HUMITES (T. I, p. 119).

Composition chimique. Depuis la publication du tome I (page 119), d'intéressants travaux, publiés notamment par MM. Penfield et Howe, sont venus modifier ce qui a été exposé page 119 sur la constitution des minéraux de ce groupe. Ces derniers constituent une série, dans laquelle chaque terme diffère du précédent par addition d'une molécule de forstérite ; les paramètres *c* sont entre eux comme les atomes de magnésium.

		a	*b*	*c*	*zx*
**Prolectite*...	$Mg[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]$?	1,0803 :	1 :	3×0,6287	
Chondrodite.	$Mg^3[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^2$	1,0863 :	1 :	5×0,6289	90°
Humite.....	$Mg^5[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^3$	1,0802 :	1 :	7×0,6291	
Clinohumite.	$Mg^7[Mg(F,OH)]^2[SiO^4]^4$	1,0803 :	1 :	9×0,6258	90°

Propriétés optiques. Pour des échantillons de Nordmarken, M. Sjögren a obtenu :

	2V	n_m
Humite..........	67°54′	1,643
Chondrodite......	79°40′	1,659
Clinohumite.......	79°27′	1,670

Pyrénées. — *Ariège*. Les cipolins qui apparaissent au pied oriental du port de Saleix renferment en abondance de la chondrodite et de la humite jaunes, associées à du spinelle, à de la phlogopite, etc. Ces cipolins sont souvent bréchiformes.

J'ai rencontré les mêmes associations dans des cipolins du massif du pic des Trois Seigneurs, près de Carniès.

Pyrénées-Orientales. La chondrodite se rencontre dans les cipolins de Notre-Dame de las Salinas sur la frontière d'Espagne. Elle est concentrée sur le bord de lits constitués par du diopside et de la trémolite incolores.

Madagascar. — Les minéraux du groupe de la humite sont très abondants dans les cipolins de la Grande Ile, où ils sont accompagnés de spinelle, de phlogopite etc. ; quelques gisements mériteraient d'être signalés dans les ouvrages de Minéralogie au même titre que ceux de Finlande et de l'état de New-York.

Tels sont ceux du pays Mahafaly, situés en particulier sur la route reliant Ejeda, Ampanihy et Ampotaka ; dans les échantillons que j'ai étudiés (*B. S. M.* XXX. 38. 1907) et que je dois à M. Colcanap, les gros grains de chondrodite et de humite jaunes, atteignant parfois 1 cm. de diamètre, sont toujours accompagnés de phlogopite, de graphite et de spinelle, qui appartient d'ordinaire au pléonaste, mais parfois au spinelle rose pâle.

GROUPE DES ÉPIDOTES

ZOÏSITE (T.I, p. 128 [1]).

Propriétés optiques. Des Cloizeaux a montré depuis longtemps que dans la zoïsite, la bissectrice aiguë est *positive* ($\mathbf{n}_g$), et toujours perpendiculaire au clivage h^1 (100), mais qu'il existe deux types distincts, suivant que le plan des axes optiques est parallèle à g^1, avec dispersion $\rho < v$, ou qu'il lui est perpendiculaire, avec dispersion $\rho > v$, les deux orientations pouvant être associées ou enchevêtrées dans un même cristal.

M. Termier a proposé [2] d'appeler le premier type, *zoïsite* α et le second

1. A cette page, il s'estglissé une erreur dans la valeur de c ; il faut lire 0,34682 au lieu de 0,47382.

2. Dans cette note, on lit à la page 155 : « M. Lacroix me paraît être dans l'erreur, quand il fait dire à Des Cloizeaux que les axes rouges des cristaux de la

zoïsite β (*B. S. M.* XXI. 148. 1898), en insistant sur la plus grande intensité de la dispersion du type α. Les propriétés optiques de ces deux types peuvent donc être résumées de la façon suivante :

zoïsite α : plan des axes g^1. Disp. $\rho < v$ très grande; $2V = 0$ à 35° (Na)
— β : — *p* — $\rho > v$ moindre ; $2V <$ que dans le type α

En raison de sa grande dispersion, la zoïsite α présente au voisinage de h^1 des teintes bleuâtres, très caractéristiques, qui n'existent pas dans la zoïsite β.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai recueilli de gros cristaux gris de zoïsite, brisés et ressoudés par du quartz dans les contacts granitiques du lac Vert (Pic du Midi de Bigorre).

Plateau Central. — *Haute-Vienne*. La collection du Muséum renferme un échantillon d'aplite de Saint-Yrieix supportant une croûte de zoïsite rose (*thulite*).

Alpes. — Les échantillons étudiés par M. Termier proviennent des schistes de la Vanoise et du Mont Pelvas, situé au fond de la vallée du Guil (Queyras). Dans ce dernier gisement, la zoïsite, de couleur rosée, forme avec prehnite, épidote et albite, des veinules dans des roches vertes ; elle a la composition suivante : SiO^2 40,92 ; Al^2O^3 31,80 ; Fe^2O^3 0,39; CaO 24,92 ; H^2O 1,69 = 99,72. Elle est régulièrement associée à l'épidote, de telle sorte que son g^1 (010) est parallèle au h^1 (100) de ce minéral et que les indices n_g, n_m et n_p du type α coïncident à peu près respectivement aux indices n_p, n_g et n_m de l'épidote (*B. S. M.* XXIII. 50. 1900).

Sau-Alp sont dans le plan *p* et les axes bleus dans le plan g^1. Des Cloizeaux n'a pas dit cela. En un point donné d'un cristal de la Sau-Alp, c'est un seul et même plan *p* ou g^1, qui contient les axes optiques de toutes les couleurs, mais il y a, dans un même cristal, des régions où c'est le plan *p* et d'autres ou c'est le plan g^1. » Je ne veux pas laisser croire que j'ai trahi la pensée de mon regretté maître ; le texte de Des Cloizeaux auquel j'ai fait allusion est le suivant : « Ainsi un cristal de la Sau-Alp en Carinthie a, dans certaines plages, ses axes correspondant à toutes les couleurs compris dans le plan g^1 avec $\rho < v$; dans d'autres plages, les axes rouges sont notablement séparés dans un plan normal à g^1 tandis que les bleus restent dans le plan qui lui est parallèle. » (*Nouv. Recherches sur les propriétés optiques des cristaux*. Mém. Savants étrangers, Paris. 1867. 107).

CLINOZOÏSITE ET ÉPIDOTE (T. I, p. 133).

Les minéraux du groupe de l'épidote présentent des biréfringences variées, en relation avec leur teneur en fer. M. Weinschenk (*Z. K.* XXVI. 161. 1896) a proposé de désigner sous le nom de *clinozoïsite* les types pauvres en fer et par suite voisins de la zoïsite au point de vue chimique. Ils sont essentiellement caractérisés par leur biréfringence, qui est de 0,01 ou plus faible. Le schéma des propriétés optiques de la clinozoïsite diffère en outre de celui de l'épidote en ce que le petit angle de 2 à 3° fait par $\mathbf{n}_p$ avec l'axe vertical, se trouve dans l'angle *obtus* de ph^1 et non plus dans l'angle *aigu*. Tandis que dans l'épidote, la bissectrice aiguë est *négative* avec $\rho > v$, la clinozoïsite est optiquement *positive* avec $\rho < v$; la dispersion des bissectrices est faible dans l'épidote et forte dans la clinozoïsite. Enfin, par suite d'une valeur différente de 2V, tandis que dans l'épidote le clivage *p* (001) est presque perpendiculaire à un axe optique, dans la clinozoïsite, il est très oblique sur celui-ci. Voici une série de constantes pour la lumière du sodium.

	Fe^2O^3	$\mathbf{n}_g$	$\mathbf{n}_m$	$\mathbf{n}_p$	$\mathbf{n}_g-\mathbf{n}_p$	2V ($\mathbf{n}_p$)	
Epidote, Knappenwand	16 %	1,7677	1,7540	1,7305	0,0372	73°48′	(Klein)
Clinozoïsite, Rothenkopf	4	1,7343	1,7291	1,7238	0,0105	90°	(Weinschenk)
— Goslerwand	2	1,7232	1,7195	1,7176	0,0056	99°50′	—

La clinozoïsite et l'épidote s'observent souvent dans les mêmes cristaux ; dans ces associations, la clinozoïsite correspond aux zones de faible biréfringence signalées autrefois par M. Michel-Lévy et indiquées page 136.

Bretagne. — *Côtes-du-Nord.* A l'îlot de la Comtesse près Erquy, se trouvent des masses d'épidote produites par l'enchevêtrement de gros cristaux atteignant 5 cm. suivant *b* sur lesquels on ne voit que les clivages *p* et h^1 ; ils sont accompagnés d'un peu de quartz.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai vu un fragment de granulite provenant du sommet du Grand Vignemale (versant occidental côté de la descente sur Gavarnie) et supportant des masses d'épidote fibreuse semblable à celle de Senet en Catalogne.

J'ai recueilli dans les éboulis de Pène-Blanque près du lac Bleu (massif du pic du Midi de Bigorre) de grandes baguettes souvent tordues et brisées d'un blanc gris jaunâtre à rapporter à la clinozoïsite. J'ai

recueilli des échantillons analogues dans les contacts granitiques du Pic d'Arbizon.

Ariège. C'est en partie à la clinozoïsite qu'il faut rapporter les cristaux d'épidote des contacts granitiques, que j'ai signalés tome I et en particulier ceux de Cabre. M. Azéma a décrit (*Bull. Muséum* 1906. 178) de beaux cristaux de ce genre, de couleur gris-perle, que j'ai recueillis dans ceux de Camp-Ras (vallée de Baxouillade, au Sud d'Ax). Très épais, ils ont plusieurs centimètres de longueur, sont accolés les uns aux autres et présentent des faces distinctes dans des cavités, originellement remplies par de la calcite : h^1 (100), p (001), a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{2}01$), a^3 ($\bar{1}03$), a^5 ($\bar{1}05$), $a^{6/7}$ ($\bar{7}06$).

La bissectrice aiguë est positive ; les cristaux sont zonés, ce qui rend leurs indices variables.

n_g	= 1,7200	à	1,7202	(Na)	(Gaubert)
n_m	= 1,7149	à	1,7143		
n_p	= 1,7103	à	1,7091		
$n_g - n_p$	= 0,0097	à	0,0111	$2V = 86°29'$	

L'analyse a fourni les résultats suivants : SiO^2 38,95 ; Al^2O^3 28,90 ; Fe^2O^3 5,75 ; FeO 1,08 ; CaO 22,80 ; MgO 0,35 ; H^2O 1,90 = 99,73. La densité est de 2,344.

Des cristaux plus petits, d'un blanc jaune paille, associés à des cristaux de quartz ou enchevêtrés pour former des masses miarolitiques, tapissent des géodes ou constituent des veinules dans les calcaires métamorphisés du Roc Blanc, du Roc de l'Encledous près du Port de Pallières et d'autres points de la bordure du massif granitique du Quérigut.

Alpes. — *Haute-Savoie*. D'après Favre (*op. cit.* II. 402), les gros cristaux du glacier d'Argentières (voir tome I, p. 143) proviendraient de géodes se trouvant au milieu de la protogine de l'aiguille du Tour Noir.

Hautes-Alpes. M. de la Durandière m'a communiqué de jolies aiguilles vertes d'épidote (type Cornillon), associées à du sphène, de l'albite, de la calcite, du quartz, dans les fentes d'une granulite des éboulis du couloir de Serre Martin, à 2 km. en aval du Grand-Clot en aval de Maison Neuve. De jolis cristaux verts associés à sphène, ripidolite, quartz, albite se trouvent à Muratouse, mais dans des géodes distinctes de celles contenant l'anatase.

Sahara. — M. E. Gautier m'a remis de gros cristaux enchevêtrés d'épidote (type Arendal) qu'il a recueillis (dans le granite?) à l'Adrar Aorsane au Nord de l'Aïr.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*) de beaux échantillons d'épidote bacillaire d'un vert foncé dans des veines de quartz traversant les gabbros de la rivière Noire aux environs de Van-Yen (avec axinite, grenats, etc.), ainsi qu'à That-Khé.

Madagascar. — J'ai observé de jolis cristaux d'épidote recueillis, isolés de toute gangue, dans le lit d'un ruisseau près du col d'Ikelivolana dans le sud du Betsiriry.

Des cristaux d'un vert-pistache se rencontrent dans la rivière Sahoindrano ; de gros cristaux du même type, rappelant ceux d'Arendal, ont été recueillis aux environs de Mangily, dans le bassin de la Loky.

J'ai décrit (*B. S. M.* XVII. 119. 1894) des cristaux d'épidote recueillis, avec quartz hyalin, aux environs d'Amboasary (Montagne de Hiaranandriana, à une journée de marche de Tananarive). Ils rappellent ceux d'Arendal, mesurent 1 cm. 5 de longueur et présentent la combinaison : h^1 h^3 p a^2 a^1 e^1 $b^{1/2}$. Enfin, j'ai vu un bloc de quartz hyalin de la région de Vohemar renfermant un cristal brisé d'épidote de 12 cm. associé à de longues aiguilles de tourmaline.

ALLANITE (T. I, p. 156).

Iles anglo-normandes. — [*Jersey*]. M. Gaubert a signalé (*B. S. M.* XXIX. 55. 1906) dans les pegmatites de cette île des cristaux indistincts d'allanite qui, au lieu d'être microscopiques, comme dans les roches granitiques de Normandie et de Bretagne, mesurent 2 cm. de plus grande dimension.

IDOCRASE (T. I, p. 159).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. L'idocrase associée au grossulaire se rencontre dans les calcaires paléozoïques au contact du granite du massif du pic du Midi de Bigorre (lac Bleu, lac d'Oncet, près l'hôtellerie du pic, etc.), et dans les calcaires secondaires d'Ossun métamorphosés par une roche dioritique albitisée.

Ariège. Dans les contacts granitiques du Camp Ras (vallée de Baxouillade au sud d'Orlu) et du col de Laurenti, j'ai rencontré une variété gris-perle d'idocrase un peu bacillaire, qui accompagne du grossulaire jaune rosé.

Pyrénées-Orientales. De beaux cristaux et des groupements bacillaires d'idocrase brune ou verte sont associés au grossulaire dans les contacts granitiques du massif du Canigou (notamment au sommet), et des environs de Montlouis.

Plateau Central. — *Rhône.* M. Gonnard a signalé l'idocrase brune, bacillaire, dans le gneiss à pyroxène de Duerne (*B. S. M.* XV. 232. 1892.)

Annam. — Des cristaux d'idocrase d'un vert-pistache, atteignant 1 cm., accompagnent le grossulaire dans les calcaires métamorphisés par le granite de Trong-Loc (prov. de Quang-Nam). [Hubert (*Bull. Mus.* 1904)].

Tonkin. — M. Dupouy a signalé l'existence dans les mêmes conditions (*op. cit.*) de cristaux d'idocrase d'un jaune verdâtre, associés au grossulaire aux environs de Than-Moï (prov. de Lang-Son).

GROUPE DES PÉRIDOTS[1]

FORSTÉRITE[2]

Mg^2SiO^4

Orthorhombique : $mm = 118°19'$

$b : h = 1000 : 401,05$ D $= 862,90$ d $= 505,37$

[$a : b : c = 0,58569 : 1 : 0,46476$ (M. Bauer)]

Facies. Dans les gisements décrits plus loin, la forstérite forme des grains et présente exceptionnellement des formes nettes, qui sont celles de l'olivine.

Clivages. Clivage assez net suivant g^1 (010) ; traces suivant h^1 (100).

Dureté. 6,7.

Densité. 3,21 à 3,3.

Coloration et éclat. Blanc jaunâtre à gris ; parfois incolore. Éclat vitreux.

1. Je rappelle que pour les péridots, mon $a = c$ et mon $c = a$ de beaucoup d'auteurs et en particulier de MM. Bauer et Hj. Sjögren.

2. A placer dans la systématique, tome I avant olivine p. 168.

Inclusions. Fréquentes inclusions de spinelle disposées d'une façon quelconque.

Propriétés optiques. Comme l'olivine [1]. Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$) perpendiculaire à *p* (001).

2V = 86°10' (Somma) (Penfield et Forbes ; FeO 2 °/o).
$\mathbf{n}_m$ = 1,657

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule Mg^2SiO^4 est la suivante :

SiO^2.....	42,9
MgO.....	57,1
	100,0

Une petite quantité de MgO est remplacée par FeO et plus rarement par CaO.

Essais pyrognostiques. Infusible au chalumeau. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. La forstérite se transforme en antigorite (serpentinisation).

Diagnostic. Se distingue de l'olivine par l'absence du fer ou la faible proportion de ce métal.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La forstérite est un minéral des cipolins des gneiss et des calcaires magnésiens métamorphisés par les roches éruptives.

1° *Dans les contacts des roches éruptives basiques.*

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai rencontré (*B. S. M.* XXIV. 17. 1901) la forstérite dans les calcaires blancs du bois du Fajou, près Caussou, métamorphisés par la lherzolite ; elle y forme des grains ou des cristaux atteignant 1 mm. 5 et renfermant quelquefois les inclusions de spinelle vert, qui ne se trouvent que sur leur périphérie ; elle est accompagnée d'un peu de phlogopite.

1. Dans le groupe des péridots à la fois magnésiens et ferreux, que l'on peut considérer comme des mélanges de forstérite (Mg^2SiO^4) et de fayalite (Fe^2SiO^4), le plan des axes reste parallèle à h^1 (100) ; l'angle 2V autour de $\mathbf{n}_p$ diminue avec la teneur en fer (forstérite 2V = 93°50' ; olivine à 11 °/o de FeO environ = 90°, fayalite = 49°50') ; la réfringence et la biréfringence augmentent en même temps.

Près du Col d'Eret, du côté de la vallée d'Ercé, j'ai trouvé, au voisinage d'un pointement d'ophite, et au-dessous d'un autre de hornblendite feldspathique, des blocs de calcaire d'un gris noir, dans lesquels on ne distingue à l'œil nu que des cristaux de dipyre, atteignant 3 cm. de longueur. L'examen microscopique fait voir en outre en abondance des grains et cristaux de forstérite et des octaèdres de spinelle vert. C'est le seul cas où dans les Pyrénées, j'ai trouvé la forstérite associée au dipyre.

De plus, ce dernier minéral est plus ou moins complètement transformé en agrégats de forstérite et de spinelle (en cristaux ou cristallites); ceux-ci constituent souvent une gaine continue aux cristaux de dipyre (voir la figure donnée plus loin à *dipyre*). Fréquemment aussi, il existe entre la zone périphérique de forstérite et de spinelle et le dipyre intact, une région constituée par de la phlogopite incolore.

Étant données la différence de composition chimique existant entre le dipyre et ces produits de transformation, ainsi que l'existence de ceux-ci en cristaux indépendants dans le calcaire, il semble probable que cette roche singulière a subi d'abord le métamorphisme de l'ophite, qui y a développé, comme d'ordinaire, le dipyre, puis celui de la hornblendite, qui y a apporté des éléments magnésiens et alumineux et déterminé ainsi la transformation du dipyre.

2° *Dans les cipolins.*

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Hubert a rencontré dans les cipolins de la rivière Zon (*Miss. au Dahomey.* 1908. 500) des associations compactes de forstérite et de diopside présentant, à l'œil nu, la même couleur d'un blanc jaunâtre.

Madagascar. — La forstérite n'est pas rare dans les cipolins de la grande île : on peut citer notamment à cet égard ceux des environs de l'Observatoire de Tananarive.

FAYALITE (T. I, p. 195).

Maures. — *Var.* On a vu, à la description de la grunérite, que ce minéral est l'un des éléments essentiels d'une roche riche en almandin et en magnétite, intercalée dans les micaschistes de Collobrières. J'ai montré depuis lors (*C. R.* CXXX. 1278. 1900) qu'il existe en outre,

dans cette roche, et en très grande quantité, une variété calcique de fayalite brune, à aspect gras, dont les grands cristaux enveloppent poecilitiquement tous les autres éléments et constituent parfois avec la grunérite aciculaire une structure rappelant la structure ophitique. Il existe en outre beaucoup d'apatite grenue.

Cette roche peut être comparée dans une certaine mesure, à l'eulysite de Tunaberg en Suède.

Antilles. — *Martinique*. La fayalite s'est produite en très grande abondance au cours de l'incendie de Saint-Pierre, partout où des objets en fer se sont trouvés à haute température au contact de l'air au milieu des produits de la fusion des cendres et des murs des maisons incendiées. Je l'ai rencontrée (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904. 631) dans un grand nombre des types de laves secondaires que j'ai décrits. Elle est notamment l'élément prédominant des scories stalactiformes, dans les cavités desquelles se rencontrent fréquemment des cristaux ayant les formes habituelles de ce minéral.

Dans les scories riches en zinc, contenant de la willémite, de la zincite, etc., elle est un peu zincifère et par suite comparable à une *roeppérite* dépourvue de manganèse.

J'ai rencontré dans des laves secondaires renfermant encore des cristaux anciens d'hypersthène non fondus, des auréoles de fayalite entourant ces derniers à la façon des grains d'hypersthène qui cerclent l'olivine de l'andésite de l'éruption de 1902.

TÉPHROÏTE

Mn^2SiO^4

Orthorhombique : $mm = 118°36'$

$b : h : 1000 : 395,55 \quad D = 859,80 \quad d = 510,62$

$[a : b : c = 0,59389 : 1 : 0,46004$ (Hg. Sjögren)].

Formes observées. p (001) ; g^3 (120), g^1 (010); e^1 (011), $e^{1/2}$ (021) ; $b^{1/2}$ (111).

	Angles calculés.		Angles calculés.
[mm s. h^1	118°36′	[pe^1	155°18′
g^3g^3	80°10′	*$pe^{1/2}$]	137°23′
g^3g^1]	139°55′	$b^{1/2}b^{1/2}$ s. p.	95°58′
pa^1	142°15′	*$h^1b^{1/2}$	137°59′

Facies. Les cristaux de téphroïte sont fort rares, ils ont le facies de ceux des autres membres de ce groupe. Le plus souvent, ce minéral se trouve en masses cristallines.

Clivages. Clivages distincts suivant p (001) et g^1 (010). Cassure subconchoïdale.

Dureté. 5, 5 à 6.

Densité. 4 à 4, 12.

Coloration et éclat. Rouge grisâtre, rouge brun, gris enfumé. Poussière d'un gris pâle. Prend une couleur foncée par exposition à l'air. Transparente à translucide.

Éclat vitreux à gras.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à h^1 (100); bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_g$), perpendiculaire à g^1. Les axes sont très écartés; la dispersion $\rho > v$ est nette.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme dans les teintes jaunes et brunes est distinct dans les lames un peu épaisses.

Composition chimique. La formule Mn^2SiO^4 ou $2MnO\ SiO^2$ correspond à la composition suivante, dans laquelle une petite quantité de manganèse peut être remplacée par du fer, du magnésium, du zinc, etc.

SiO^2	29,8
MnO	70,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Fusible au chalumeau en une scorie noire non magnétique. Donne les réactions du manganèse. Attaquable par les acides en faisant gelée.

Altérations. Ce minéral est facilement altérable à l'air. Il noircit d'abord, puis se transforme en oxydes de manganèse.

Diagnostic. Ses propriétés optiques permettent de rattacher facilement ce minéral au groupe des péridots ; la réaction prédominante du manganèse constitue son diagnostic d'avec les autres membres de la famille.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* C'est dans la mine de Nabias à Adervielle (haute vallée du Louron), que j'ai trouvé la téphroïte en grande abondance (*Bull. Muséum.* 1899. 258 et *B. S. M.* XXIII. 251. 1900) ; elle forme avec dialogite des roches rubanées, dont les portions

superficielles oxydées ont été exploitées comme minerai de manganèse ; ses grains, d'un brun foncé, ne dépassent guère 1 mm. 5. Dans les veines spathiques de dialogite, qui traversent cette roche, j'ai recueilli des fragments de cristaux présentant les formes énumérées plus haut.

On a vu tome III page 626, que les produits décrits sous le nom de *vielleaurite*, de *schokoladenstein* et de *huelvite* ne sont que des mélanges de téphroïte et de dialogite.

OLIVINE (T. I, p. 169).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. De jolis cristaux nets d'olivine se trouvent dans les scories basaltiques de Coubon.

Puy-de-Dôme. Moitessier a publié (*Mém. Acad. sc. Montpellier*. 1861) des analyses d'olivine du plateau des Rentières, dont la teneur en FeO varie de 13,91 à 15,22 °/₀ ; les types rubéfiés en diffèrent en ce qu'une portion (jusqu'à 6 °/₀) du FeO est peroxydée.

Cantal. M. Gonnard a signalé (*C. R.* CXVII. 864. 1893 et *B. S. M.* XXXII. 81. 1909) l'existence de cristaux d'olivine, atteignant 18 mm., dans les tufs basaltiques de Maillargues près Allanches : g^3 g^1 $e^1 e^{1/2}$, avec parfois a^1 et $b^{1/2}$ dont les faces sont toujours petites ; ils sont souvent groupés à axes parallèles.

J'ai visité ce gisement, qui se trouve exactement sur une butte surmontée par le château Monier dominant la grande route ; les cristaux d'olivine, associés à des cristaux d'augite et de hornblende, abondent dans les écorchures du terrain, qui se voient de loin, grâce à leur couleur rouge. Ils sont extrêmement nombreux ; j'en ai examiné plusieurs milliers.

Leur aspect dominant est celui des figures 7 et 10. Un petit nombre sont allongés suivant c, comme dans la fig. 11 et en même temps aplatis suivant g^1 comme dans la fig. 10. Certains cristaux, d'un jaune foncé, possèdent, notamment sur e^1 et $e^{1/2}$, un éclat soyeux, qui rappelle celui de l'œil de chat.

Antilles. — *Martinique*. A signaler comme particulièrement intéressante la fréquence de l'olivine en phénocristaux dans les roches volcaniques les plus acides, telles que l'andésite de la Montagne Pelée (éruption de 1902), l'andésite à cordiérite du Diamant et les dacites des Pitons du Carbet. Elle accompagne dans ces dernières roches les

phénocristaux de quartz :elle est fréquemment entourée d'une couronne d'hypersthène produite par réaction du magma acide (andésite de la Montagne Pelée, 1902-3).

Dans les météorites.

A la liste des météorites sporadosidères tombées en France, que j'ai donnée p. 192, il faut ajouter les suivantes :

1841, 6 septembre, Rocheservière (*Vendée*).

1871, 14 juin, Laborel (*Drôme*).

1875, Mornans (*Drôme*).

1897, 20 juin, Lançon (*Bouches-du-Rhône*).

Et dans le groupe des asidères : 1836, 14 septembre, Aubres (*Drôme*).

J'ai étudié en détail et figuré (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest*, VI. 81. 1906) des photographies de nombreux chondres de la météorite de Rocheservière, qui n'avait pas été décrite jusqu'à présent.

D'autre part, j'ai montré dans ce même travail que, contrairement à l'opinion généralement admise, la météorite de Chassigny renferme une quantité notable d'enstatite.

GROUPE DE LA PHÉNACITE

Ce groupe comprend les espèces suivantes, isomorphes, rhomboédriques, parahémiédriques, dont la première seule a été traitée dans le tome I.

Phénacite....... Gl^2SiO^4
**Trimérite*....... $MnGlSiO^4$
Willémite....... Zn^2SiO^4

PHÉNACITE (T. I, p. 201).

Alpes. — *Isère.* Nous avons pu, M. des Cloizeaux et moi, étudier (*C. R.* CXVI. 1231.1894 et *B. S. M.* XVII. 35. 1894) les cristaux incolores des environs de Saint-Christophe, décrits par Lévy et Marignac comme tourmaline. Par des mesures d'angles, par l'étude des propriétés optiques et chimiques, nous avons vérifié qu'ils sont bien constitués par de la phénacite, conformément à l'hypothèse formulée page 203, tome I. Ces cristaux, atteignant 4 mm., sont allongés suivant *c*, associés dans les fentes d'une aplite à du quartz, de l'albite, de l'adulaire, de l'anatase et de la ripidolite.

WILLÉMITE

Zn^2SiO^4

Rhomboédrique. $pp = 115° 30'$.

angle plan de $p = 170°31'$.
[$a : c$: 1 : 0,6775 (Dana)].

Formes observées : a^1 (0001) ; d^1 (11$\bar{2}$0) ; p (10$\bar{1}$1), b^1 (01$\bar{1}$2).

	Angles calculés.		Angles calculés.
[a^1p	141°58′	*pp	115°30′
a^1b^1]	158°38′	b^1b^1	143°13′

Facies. La willémite se trouve en cristaux allongés ou raccourcis suivant l'axe vertical ; dans les gisements congolais, ils se groupent parfois en rosettes ou en sphérolites ; elle forme aussi des masses compactes ou grenues.

Clivages. Suivant les gisements, il existe des clivages assez faciles suivant a^1 (0001), ou suivant d^1 (11$\bar{2}$0).

Dureté 5,5. Fragile.

Densité. 3,9 à 4,18. 4.06 (Bou-Thaleb).

Coloration et éclat. Incolore, blanche, jaune verdâtre, vert-pomme, grise, etc. par suite d'inclusions de matières étrangères. Poussière incolore. Transparente à opaque. Éclat vitreux, un peu résineux.

Propriétés optiques. Uniaxe, *positive* ($\mathbf{n}_g$).

$$\mathbf{n}_g = 1,7118 \text{ (Na) (Gaubert)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1,6931$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0187$$

Composition chimique. La formule Zn^2SiO^4 ou 2 ZnO SiO^2 correspond à la composition suivante, dans laquelle une partie du zinc peut être remplacée par du manganèse et en moindre quantité par du fer.

SiO^2......	27,0
ZnO	73,0
	100,0

Essais pyrognostiques. Fond difficilement au chalumeau en un émail blanc. Sur le charbon, donne les réactions du zinc.

Attaquée par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

Diagnostic. La forme est suffisamment caractéristique pour faire distinguer la willémite de la calamine.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La willémite se rencontre dans les gisements suivants : 1° dans des gisements métallifères ; 2° dans des produits d'incendie.

1° Dans les gisements métallifères.

Algérie. — *Constantine*. J'ai décrit (*B. S. M.* XXIII. 255. 1900) de beaux échantillons de willémite, provenant du gisement calaminaire de Bou-Thaleb au sud-ouest de Sétif. Ils sont constitués par un enchevêtrement de petits prismes limpides d^1 terminés par p $(10\bar{1}1)$: ils sont soit incolores, soit colorés en rouge par de l'hématite. Ce minerai est très miarolitique, hérissé de toutes parts de pointements cristallins, ne dépassant guère 2 mm. Dans quelques géodes, ils sont recouverts par une croûte laiteuse formée par de petites lames de calamine, ou bien ils supportent des cristaux de mimétite, de calcite, etc. Parfois au contraire, c'est la calamine qui domine et la willémite n'est qu'accessoire.

Tunisie. — La willémite a été signalée par Stache dans la mine du Djebel Ressas.

Congo. — M. H. Le Chatelier a indiqué (*C. R.* CXVI. 894. 1893), d'après des analyses de minerais, l'existence de la willémite dans le gîte cuprifère de Mindouli. Je l'y ai trouvée (*B.S.M.* XXXI. 257. 1908) en cristaux distincts, pd^1, à faces et à arêtes arrondies, associés à la cérusite, et à la dioptase.

Fig. 1.
Willémite de Tchicoumba.

Je dois à M. de Romeu la connaissance de très remarquables échantillons provenant de Tchicoumba (voir à *dioptase*) et présentant la willémite sous une forme peu usuelle. Au milieu des calcaires métallifères, se trouve un petit amas d'une roche essentiellement constituée par de la willémite, du quartz, des oxydes de fer ; dans ses cavités, se voient de beaux cristaux, d^1 $(11\bar{2}0)$, p $(10\bar{1}1)$, a^1 (0001), (fig. 1) et parfois b^1 $(02\bar{2}1)$ de willémite transparente, de plusieurs millimètres de longueur ; ils sont parfois associés à de magnifiques cristaux de wulfénite. Il existe aussi des lits argileux renfermant des rosettes et des sphérolites de willémite, hérissés de pointements distincts.

A Pimbi, une roche de couleur claire, ressemblant à un quartzite à grands éléments, est constituée par du quartz et de la willémite d'un jaune rosé, de la cérusite et enfin çà et là de gros cristaux orangés de wulfénite, s'isolant parfois dans des géodes.

2° *Dans les produits d'incendie.*

Antilles. — *Martinique.* Dans les produits fondus de l'incendie de Saint-Pierre, j'ai rencontré (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904), engagés dans les silicates néogènes, des blocs de zinc métallique, provenant de la fusion d'objets en zinc ou de la liquation d'objets en laiton. Dans les portions oxydées, le métal est très souvent entré en combinaison avec la silice, il s'est formé de longs cristaux hexagonaux de willémite, faciles à reconnaître grâce à leurs propriétés optiques ; ils sont quelquefois associés à de la zincite et à de la gahnite.

DANBURITE[1]

$CaB^2(SiO^4)^2$

Orthorhombique : $mm = 122°52'$.

$b : h = 1000 : 454,67 \quad D = 945,77 \quad d = 324,90$

$[a : b : c = 0,54444 : 1 : 0,48074$ (Dana)$]$

Formes observées : p (001) ; m (110), h^1 (100), g^5 (230), g^2 (130), g^1 (010) ; a^1 (101).

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	122°52'23"	123°
mg^1	118°34'	
mh	151°26'	
mg^2	161° 8'	
g^2g^2 s. g^1	94°52'	94°58'
g^5g^5 s. h^1	101°31'	101°
pa^1	139°33'	138°59'

Facies. Les cristaux sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivage p (001), à peine distinct. Cassure inégale.

Dureté. 7. Fragile.

Densité. 2,97 à 3,02. 3,01 (Madagascar).

1. A placer dans la systématique avant le groupe des *grenats*.

Coloration et éclat. Incolore, jaune vineux, jaune brun. Transparente. Poussière blanche.

Éclat vitreux, un peu gras, très éclatant sur les faces.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à p (001). Bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$) perpendiculaire à g^1 (010) du rouge au vert ; pour le bleu, c'est $\mathbf{n}_g$, perpendiculaire à h^1, qui est la bissectrice aiguë.

	(Maharitra)	Anjanabonoina
$\mathbf{n}_g$ =	1,6363 (Na)	1,6356
$\mathbf{n}_m$ =	1,6333	1,6329
$\mathbf{n}_p$ =	1,6300	1,6300
$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p$ =	0,0063	2V = 86°54′

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $CaB^2(SiO^4)^2$ ou $CaO\ B^2O^3\ 2\ SiO^2$ est donnée en *a*) ; *b*) analyse de la danburite de Maharitra par M. Pisani (*in.* Lx. *op. cit.*). Le minéral d'Anjanabonoina renferme 0,3 °/₀ de K^2O et 0,1 °/₀ d'Al^2O^3.

	a	*b*
SiO^2	48,8	48,50
B^2O^3	28,4	27,50
CaO	22,8	24,25
Al^2O^3	»	0,50
Fe^2O^3	»	»
	100,0	100,75

Essais pyrognostiques. Fond au chalumeau en un verre incolore et en colorant la flamme en vert au feu oxydant. A peine attaquée par l'acide chlorhydrique, mais, après calcination, fait gelée avec cet acide. Si l'on évapore à sec le produit de l'attaque et qu'on le reprenne par l'alcool, celui-ci brûle avec une flamme verte.

Phosphorescence. Par chauffage, prend une phosphorescence rouge.

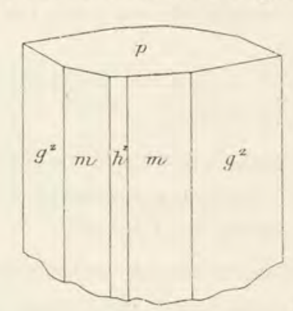
Altérations. La danburite se transforme par altération en kaolinite.

Diagnostic. Par ses formes, sa couleur, la danburite ressemble à la topaze. Elle s'en distingue par l'absence de clivage très facile, par une densité, une dureté un peu plus faibles, une biréfringence beaucoup plus grande et enfin par ce fait qu'elle donne les réactions du bore et pas celles du fluor.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 317. 1908 et XXXIII.

47 1910) la danburite dans les pegmatites à tourmaline de Maharitra. Elle a été trouvée dans un filon contenant de la tourmaline noire et des tourmalines roses, du béryl incolore, rose ou verdâtre, du triphane et de l'halloysite d'un rose saumon. Elle forme des cristaux ayant en général de 1 à 3 cm., mais pouvant atteindre 6 cm. de longueur ; parfois incolores, les plus petits sont plus souvent jaunes, variant de nuances d'une extrémité à l'autre ; les gros sont uniformément d'un jaune vineux.



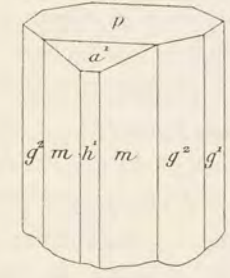


Fig. 1 et 2.
Danburite de Maharitra.

Toutes les formes signalées plus haut se rencontrent ; mais a^1 (101) est rare, toujours arrondi et généralement petit. Les cristaux sont très corrodés, fissurés, ils se transforment en kaolinite à partir de leurs extrémités, ce qui explique que les terminaisons soient fort rares.

La danburite est peut-être un produit d'endomorphisme de la pegmatite au voisinage du calcaire (voir page 689).

Elle se trouve aussi (le plus souvent en fragments sans formes géométriques) parmi des minéraux accompagnant la tourmaline et la hambergite à Anjanabonoina : le seul fragment de cristal que m'a montré M. Buhan a la forme de ceux de Maharitra.

Dans ces deux gisements, la danburite transparente est une pierre susceptible d'être taillée comme gemme, rappelant à tous égards la topaze du Brésil.

GROUPE DES GRENATS

GROSSULAIRE (T. I, p. 217).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les calcaires secondaires d'Ossen sont, au contact d'une roche dioritique très albitisée, transformés en marbre blanc riche en grossulaire et en idocrase.

Ariège. J'ai recueilli de magnifiques cristaux drusiques (2 à 3 cm.) de grossulaire (b^1 a^2) jaunes ou blancs, associés ou non à de l'idocrase grise, dans les contacts granitiques de Camp Ras (vallée de Baxouillade), au sud d'Orlu.

Pyrénées-Orientales. Depuis la publication du tome I, j'ai exploré la région de Puyvalador et du pic de Madres, dont il est question page 225. Le grossulaire s'y rencontre dans les calcaires métamorphisés par le granite dans les mêmes conditions et avec les mêmes formes que dans la région de Quérigut.

Des cristaux analogues (b^1 a^2, avec ou sans s) se trouvent dans le massif du Canigou et notamment au Puig Barbet.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Les contacts des cornéennes dévoniennes et du granite de Cressy-sur-Somme renferment de beaux cristaux, a^2 b^1, de grossulaire ferrifère, associés à l'épidote.

Annam. — Au contact du granite, les calcaires paléozoïques de Trong-Loc (province de Quang-Nam) renferment du grenat grossulaire et de l'idocrase jaune offrant une grande ressemblance avec ceux des contacts pyrénéens (Hubert, *Bull. Muséum*. 1904. 151).

Tonkin. — M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) une association minéralogique identique aux environs de Than-Moï (province de Lang-Son).

Madagascar. — J'ai rencontré (*B.S. M.* XXXI. 224. 1908) parmi les minéraux des pegmatites du massif du Bity (Ibity) (voir page 689) et en particulier dans celles de Maharitra, de très gros cristaux (a^2b^1) de grossulaire parfois manganésifère associés à la tourmaline noire ; ils sont d'ordinaire d'un jaune d'ambre et opaques ou à peine translucides, mais quelquefois parfaitement transparents et d'un jaune un peu rosé; leur couleur rappelle celle de certaines variétés de béryl ; ils peuvent, une fois taillés, être confondus avec celui-ci. Ce grenat, qui, en moyenne, est comparable à l'essonite de Ceylan, mais avec des teintes plus pâles, a fourni de jolies pierres taillées; il est accompagné de spessartine.

La découverte de ces deux grenats dans une pegmatite est intéressante, car elle fixe la nature du gisement des grains de même nature, qui se trouvent dans les sables aurifères de plusieurs parties de l'île et en particulier dans ceux de Belambo près Mevatanana, d'Ifempina près Ambositra.

J'ai rencontré de jolis rhombododécaèdres transparents, de grossulaire jaune d'or, à la surface de cristaux d'analcime tapissant les cavités d'une monzonite néphélinique de Nosy komba.

Antilles. — *Martinique*. Je dois à M. Dublancq Laborde de curieux échantillons de calcaire en contact avec une andésite très altérée, recueillis par lui en blocs dans les tufs andésitiques anciens de la rivière Paillacard, près du Prêcheur. Dans le calcaire, ou sur l'andésite au contact de celui-ci, se trouvent de très petits rhombododécaèdres de grossulaire jaune possédantles propriétés optiques du type pyrénéite.

4° *Dans les roches basiques*.

J'ai omis de signaler, page 228, un intéressant mode de gisement du grossulaire, dans certains gabbros saussuritisès ; il y est d'un rose pâle, mais n'est parfois que microscopique : gabbros à smaragdite des *Alpes*, norite d'Arvieu (*Aveyron*), gabbro du *Chari*, troctolite du pays Mahafaly à *Madagascar*, etc.

OUWAROWITE (T. I, p. 228).

Nouvelle-Calédonie.— J'ai rencontré de fort jolis cristaux rhombododécaédriques d'ouwarowite dans les fissures de la chromite de Tiébaghi. Ce sont eux qui constituent les filets verts sillonnant le minerai de cette localité et de plusieurs autres.

MÉLANITE (T. I, p. 230.)

Plateau Central. —*Ardèche*. On a vu plus haut dans la description de la hibschite d'Aubenas que celle-ci englobe toujours un cristal de mélanite d'un brun jaunâtre.

Algérie. — *Constantine*. Dans le gisement d'ilvaïte de Bou Garoune, M. L. Gentil a trouvé (*B. S. M*. XVII. 269. 1894) le grenat mélanite massif, renfermant quelquefois de jolis cristaux b^1, qui possèdent les propriétés optiques de la topazolite, avec la structure zonaire de l'aplome. Ces cristaux sont jaunes à brun foncé.

Afrique Occidentale.—*Iles-de-Los*. Le mélanite brun est un élément essentiel des microsyénites néphéliniques à augite de l'île de Kassa.

Madagascar. — J'ai décrit (*Nouv. Arch. Muséum* I. 1902) des cristaux (b^1) vert pâle de mélanite, implantés sur l'analcime des druses d'une microsyénite néphélinique du massif de Bezavona ; le même

minéral en cristaux zonés, d'un brun foncé, est un élément essentiel de quelques microsyénites et phonolites néphéliniques de la même région.

Les contacts des calcaires liasiques avec la syénite à aegyrine d'Anramantaraka, à l'ouest d'Ampasibitika (baie d'Ampasindava), renferment le mélanite soit dans le sédiment sous forme de rhombododécaèdres nets à structure de l'aplome, jaunes ou gris verdâtres, soit dans la syénite elle-même, où il résulte d'une action endomorphe ; il constitue alors des masses dépourvues de formes extérieures d'un beau jaune brun foncé, associées à de l'épidote et à de l'aegyrine.

Annam. — Le gîte de magnétite de contact du granite de Trong-Loc (province de Quang-Nam) renferme en abondance un mélanite brun rouge compact (Hubert. *Bull. Muséum* 1904. 151).

4° *Dans un filon métallifère.*

Cévennes. — *Gard.* Les filons de sidérite de La Valmy ont fourni de très beaux échantillons de mélanite brun rouge ; les cristaux, b^1 a^2, tapissent les druses d'un mélange de mélanite, de chlorite, de magnétite, de sidérite, etc.

PYROPE (T. I, p. 235).

Pyrénées. — Les roches renfermant du pyrope, parfois bordé de kélyphite, signalées page 238, sont celles que j'ai décrites plus récemment sous le nom d'*ariégites* ; elles constituent dans la lherzolite des ségrégations ou des filons. A citer, encore dans l'*Ariège*, la vallée de Suc, dans la *Haute-Garonne*, le Tuc d'Ess.

ALMANDIN (T. II, p. 230).

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* Une variété d'éclogite de Piedpain en Saint-Philbert-de-Grandlieu, constituant une magnifique pierre d'ornementation, est remarquable par ses cristaux rouges d'almandin, cerclés de chlorite d'un vert sombre, qui jouent le rôle d'élément porphyroïde au milieu d'omphazite vert pâle et de disthène bleu.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* L'almandin est très abondant dans tous les schistes micacés des environs du lac de Caillaouas (b^1 ; b^1a^2 ; a^2). Des cristaux, b^1, de 3 cm. de diamètre y ont été rencontrés.

Ariège. Des cristaux, a^2, atteignant 1 cm. de diamètre, se rencontrent dans les aplites de la haute vallée d'Ascou.

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Gros cristaux rouges, a^2, dans la pegmatite de Pradelles.

Cantal. Des cristaux de la même forme se trouvent, avec tourmaline, muscovite, andalousite, dans la pegmatite de Sal-Bas près Saint-Mary.

Puy-de-Dôme. M. Gonnard m'a communiqué de jolis cristaux d'almandin rouge groseille, a^2, tapissant les fissures d'une pegmatite en filon dans le gneiss de Chassolles-en-Apchat.

De gros cristaux, a^2, très nets d'almandin, atteignant 5 cm. de diamètre, ont été trouvés dans la pegmatite des environs de Saint-Germain-Lherm : des cristaux moins gros forment aussi des plaques de plus d'un décimètre de plus grande dimension.

Loire. Jolis cristaux d'almandin dans une pegmatite affleurant près de la bifurcation des routes de Valfleuri et de Fontanet, près du Grand Quartier.

Rhône. Cristaux, a^2, de 1 cm., aux environs de Mornant, dans les pegmatites du pénitencier d'Oullins renfermant de la dumortiérite ; jolis cristaux transparents, b^1a^2, avec béryl et tourmaline au tunnel du Marand près Lozanne.

Côte-d'Or. Cristaux, a^2, dans pegmatite de Baume-La-Roche près Dijon.

Algérie. — *Oran*. Jolis cristaux transparents (a^2) violacés aux environs de Tlemcen.

Afrique Occidentale. — *Côte d'Ivoire*. De gros cristaux, a^2, se trouvent dans les gneiss micaschisteux des environs de Grabo. M. Chevalier a recueilli dans les ruisseaux de nombreux cristaux isolés, à clivages p très faciles

Dahomey. M. Hubert a signalé des cristaux d'almandin de plusieurs centimètres de diamètre dans le micaschiste de Savé.

Madagascar. — L'almandin est très abondant dans les granites et les pegmatites de l'île ; je citerai en particulier les pegmatites à grandidiérite des falaises d'Andrahomanana près Fort-Dauphin (almandin rouge foncé), les aplites à almandin d'un rose violacé pâle du pays Mahafaly (notamment près Ampanihy, aux environs d'Ambatomitikitikitsa sur le chemin de Betampisa) ; la rivière Fandramanana dans le pays Bara ; Ifempina dans la région d'Ambositra ; le Nord-est d'Antoby

dans le district d'Ambohimasina (gros cristaux a^2), le sud de Mafaitsa (rive gauche de l'Ambinanitelo, affluent du Tsimandoa), etc.

La collection du Muséum doit à M. Mouneyres un cristal de tourmaline noire mesurant 9 cm. × 5 cm. sur le milieu duquel est implanté un cristal parfait a^2 (211) d'almandin de 2 cm. de diamètre (fig. 1). Cet échantillon accompagnait le béryl bleu dans le quartz rose de la pegmatite de Tongafeno (près Betafo).



Fig. 1.
Trapézoèdre d'almandin implanté sur tourmaline noire. Tongafeno. (*Photographie réduite d'environ 1/3.*)

L'almandin se rencontre assez fréquemment dans les pegmatites du massif du mont Bity, mais il s'y trouve rarement en beaux cristaux.

Il est extrêmement abondant dans les gneiss acides ou basiques de la grande île. J'ai examiné des cristaux particulièrement beaux dans les gneiss amphiboliques de la rivière Sakatovo (côte nord-est) et du pays Mahafaly aux environs d'Ampanihy. En général, l'almandin des gneiss amphiboliques constitue des cristaux, avec ou sans formes nettes (b^1 et a^2), atteignant 4 ou 5 cm. de diamètre : ils sont souvent cerclés de kélyphite et fréquemment de couleur plus foncée que dans les gneiss acides.

De très jolis cristaux, b^1, facilement isolables, se rencontrent en abondance dans des phyllades métamorphiques d'Ikongo à 55 km. sud sud-est de Fianarantsoa.

Tonkin. — L'almandin est abondant (a^2 dominant) dans les pegmatites et les micaschistes du haut Fleuve Rouge et de la vallée de Nam-Ty, ainsi que dans les alluvions du Fleuve Rouge, surtout entre Lao-Kay et Yen-Bay (notamment au Tac-Haï près de Traï-Hutt (Dupouy, *op. cit.*, 42).

Gisements incertains.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. M. Hintze indique (*Hand-*

buch Miner. II. 75.), sans références, les trachytes du rocher du Capucin, du Puy de Poujet (?) et du puy de la Croix Morand comme gisement d'almandin. Ce minéral ne peut se rencontrer dans ces roches que comme élément d'enclaves énallogènes et notamment de gneiss ; c'est dans ces conditions que je le connais d'ailleurs dans les enclaves de gneiss à cordiérite du Capucin.

SPESSARTINE (T. I, p. 254).

Plateau Central. — *Haute-Vienne.* Les carrières de pegmatite de Mazataud en Bessines renferment des cristaux agglomérés de spessartine associés à du wolfram tantalifère et à de l'apatite verte, semblables à ceux de la Vilate décrits page 256 et qui, eux aussi, sont parfois accompagnés d'apatite.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Des masses compactes, d'un jaune de soufre, de spessartine sont associées à la rhodonite de la mine de Nabias à Adervielle.

Algérie. — *Oran.* Je dois à M. L. Gentil de fort jolis cristaux (a^2) de spessartine rouge, qui tapissent les lithophyses des rhyolites du Bled Chaaba. Ces cristaux par leur couleur, leur forme et leur mode de gisement sont tout à fait identiques à ceux de Nathrop au Colorado.

Madagascar. — M. Dabren m'a remis des fragments transparents de spessartine d'un beau jaune orangé provenant d'une pegmatite à feldspath kaolinisé renfermant de la tourmaline polychrome et du béryl rose et se trouvant au Mont Tsimanankarana. Sa densité est de 4,18 (*B. S. M.* XXXIII. 37. 1910).

C'est du gisement voisin de Tsilaizina que provient une spessartine, jaune de miel ou brunâtre, susceptible d'être taillée comme gemme, qui a été analysée par MM. Duparc, Sabot et Wunder (*Arch. sc. phys. et nat. Genève*, XXXIX. 64.1910) : SiO^2 35,76; Al^2O^3 21,06 ; Fe^2O^3 1,78 ; MnO 39,40 ; CaO 1,23 ; MgO 0,46 ; TiO^2 0,10 et dont l'indice de réfraction (**n**) est de : 1,7998 (Na), 1,7989 (Li).

Le même grenat se trouve en gros cristaux fendillés, cerclés de tourmaline verte et bleue, dans la pegmatite à amazonite de Vohidahy, ainsi que dans celle de Maharitra et en petits grains dans la pegmatite d'Antsangambato.

DIOPTASE (T. I, p. 257).

Congo. — Depuis la publication du tome I, d'actifs travaux de recherche ont permis de préciser les conditions de gisement des gîtes cuprifères du bassin du Niari, dont fait partie Mindouli. Ils sont situés à peu de distance de l'ancienne route de caravanes reliant Brazzaville à la côte et s'étendent sur la rive gauche du fleuve sur 80 km. de longueur depuis Mindouli à l'est, jusqu'aux environs de M'Boko Songo à l'ouest. Je dois les renseignements qui suivent à M. Lucas tout d'abord, — ce sont ceux que j'ai donnés dans une note récente (*B. S. M.* XXXI. 247. 1908) —, puis à M. de Romeu, qui vient de faire une étude approfondie de cette région.

Elle est constituée par des calcaires ondulés, probablement paléozoïques, recouverts par des grès qu'ont ravinés des formations alluvionnaires ou latéritiques. Les calcaires, gris et compacts, renferment à leur partie supérieure des amas de minerais de cuivre ; souvent aussi sur 8 à 10 m. d'épaisseur, cette partie supérieure des calcaires est parcourue par un réseau de petites fentes minéralisées. Les grès, verdâtres à la base, rouges au sommet, sont parfois aussi cuprifères. Entre eux et les calcaires, s'observe une zone d'altération, constituée par une argile rouge ou une argile noire manganésifère et cuprifère.

Le minerai originel est constitué par la chalcosite, par places associée à de la galène et à de la blende, minéraux intéressants surtout au point de vue théorique en ce que leur présence permet d'interpréter l'existence de la cérusite, de la wulfénite, de la willémite, de la smithsonite parmi les nombreux produits d'oxydation, qui sont surtout cuprifères.

M. de Romeu a constaté que les calcaires ont été le siège d'une silicification très intense et l'on s'explique dès lors l'abondance, parmi les produits oxydés, des deux silicates caractéristiques de ces gisements, la dioptase, et le nouveau minéral, que j'ai nommé *planchéite* ; ce dernier, à la description duquel je renvoie, est le plus abondant des deux. Les autres minéraux secondaires sont le cuivre natif, la cuprite, le chrysocole, la cérusite, la wulfénite, la pyromorphite, l'argent natif et, comme grande rareté, la pseudomalachite et la leucochalcite.

Les principaux gisements de dioptase et de planchéite se trouvent particulièrement dans la moitié orientale du bassin cuprifère du Niari ; ce sont, en allant de l'est à l'ouest, Mindouli, Tchikoumba et Pimbi.

Celui de Mindouli est situé à 9 km. environ au sud-est du poste de Comba, sur les flancs nord et nord-est de la montagne, qui domine de 300 à 400 m. la plaine du Niari, et sur lesquels on peut le suivre sur une longueur de 1500 mètres. C'est dans les bandes argileuses rouges et noires, qu'ont été découvertes les plus belles géodes de dioptase, associées à des cristaux de quartz ; le plus grand nombre proviennent des bords du Ruisseau aux dioptases, où se voient de nombreux puits indigènes. On trouve cependant aussi à Mindouli la dioptase au

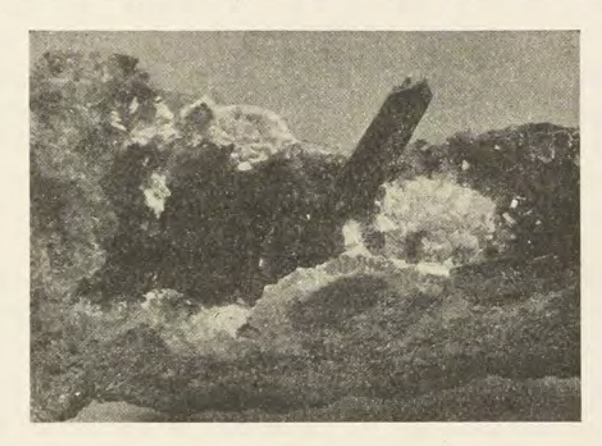


Fig. 1.
Cristal de dioptase dans géode de calcite de Pimbi. (*Réduction de moitié environ.*)

milieu de calcaires et plus rarement dans les grès : c'est dans ce dernier genre de gisement qu'elle est associée à la planchéite.

A Pimbi, gisement situé à 40 km. environ à l'ouest de Comba et à 6 km. au sud du Niari, la dioptase a été rencontrée exclusivement dans les calcaires minéralisés, accompagnée d'une façon presque constante par de la planchéite. Elle tapisse des géodes, dans lesquelles elle est souvent associée en cristaux admirables, au quartz et à la cérusite, à la calcite, elle présente parfois une couleur d'un vert clair fort joli et très particulier, qui permet de la différencier de la dioptase des autres gisements. Les cristaux de Pimbi sont très allongés en suivant l'axe vertical, riches en hémiscalénoèdres ; la collection du Muséum possède une géode dans laquelle se dresse un cristal 6 cm.×1 cm. (fig. 1).

Entre Pimbi et Mindouli, au tiers de la route à partir de ce dernier point, se trouve le gisement de Tchicoumba, dans lequel les plus belles géodes de dioptase ont été rencontrées au milieu de la terre noire.

Enfin, tout récemment, un nouveau gisement de dioptase, accompagnant aussi la chalcosite dans des calcaires, a été découvert à une dizaine de kilomètres de la rive droite du Djoué, affluent du Congo, et à environ 60 km. au nord-ouest de Brazzaville.

M. F. Zambonini a étudié (*Att. R. Acc. Scienz. Napoli*, XIV. n° 1 1908) la loi de déshydratation de la dioptase de Mindouli et il admet que ce minéral n'est pas un orthosilicate, mais a pour formule Cu SiO^3 H^2O : l'eau existant à l'état de solution solide dans le métasilicate.

CHRYSOCOLE (T. I, p. 263).

J'ai observé de la chrysocole concrétionnée verte sur le bois fossile de Malvielle près Bédarieux (*Hérault*) (voir à chessylite). Le même minéral est assez abondant à Mindouli (*Congo*).

PREHNITE (T. I, p. 264).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. La prehnite et le grossulaire épigénisent les plagioclases d'une diorite en filon dans la picrite d'Adé.

Algérie. — *Oran*. Le pointement triasique des environs de Sidi-Chaïb, à une trentaine de kilomètres est-sud-est de la gare de Magenta (voie ferrée de Sidi-Bel-Abbès à Ras-el-Ma), m'a fourni (*B. S. M.* XXXII. 55. 1909) des blocs de prehnite fibrolamellaire et des fragments d'une labradorite (porphyrite très altérée), dont tous les plagioclases sont épigénisés par la prehnite fibreuse allongée suivant l'axe *a* ; des géodes renferment des cristaux lamelleux du même minéral très aplatis suivant *p* et allongés suivant l'axe *b*.

Réunion. — J'ai observé de la prehnite fibreuse associée à la delessite dans un bloc de diabase ophitique, provenant des tufs basaltiques de l'île.

Madagascar. — De petits cristaux, d'un jaune vert, accompagnent l'épidote, sur de gros trapézoèdres d'analcime, qui tapissent eux-mêmes les cavités d'une monchiquite, en filon dans les syénites néphéliniques du ravin d'Antsohanina (massif du Bezavona).

Guyane. — La collection du Muséum possède un échantillon de prehnite mamelonnée, recouvrant une diabase des environs de Cayenne.

3° *Dans les calcaires métamorphiques.*

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai trouvé (*B. S. G.* XI. No 71. 53. fig. 15. 1900 et *B. S. M.* XXVI. 22. 1901) dans les calcaires dévoniens métamorphisés par le granite du massif du Néouvielle (notamment au ravin d'Ourditz et au col du Tourmalet) la prehnite constituant des lentilles de 1 à 3 mm. de diamètre, quelquefois empilées, souvent groupées en rosettes ; elles ont une structure poecilitique, englobent la calcite, un pigment charbonneux, des grains de grenat et de zoïsite. Elles sont parfois épigénisées par ce dernier minéral.

Cette prehnite, de forme inusitée, parfois accompagnée de cristaux nets d'axinite, est d'autant plus noire que le calcaire qui la renferme l'est davantage. Dans la zone de contact immédiat, où le calcaire est devenu marmoréen et blanc, elle se présente sous une autre forme, celle de masses fibreuses blanches, concrétionnées, devenant mamelonnées, quand elles se trouvent dans les fentes. Cette variété est particulièrement abondante aux pics d'Arbizon et de Montfaucon.

J'ai trouvé aussi la prehnite comme élément microscopique des cornéennes feldspathiques à grenat des contacts granitiques de Bordères, dans la haute vallée du Louron.

AXINITE (T. I, p. 277).

Alpes. — *Isère*. MM. Offret et Gonnard ont signalé (*C. R.* CXVI. 1403. 1893 et *B. S. M.* XVI. 75. 1893) dans l'axinite de l'Oisans les formes nouvelles suivantes : ${}^{25}h$ ($\bar{1}\bar{3}$. 12. 0), ${}^{17}h$($\bar{9}$80), ${}^{9/8}h$ ($\bar{1}\bar{7}$.1.0.), ${}^{9/7}h$ ($\bar{8}$10), h^4 (530), $h^{15/2}$ (17.13.0), h^{10} (11.9.0), h^{12} (13.11.0), $g^{21/20}$ (1.41.0), c^{28} ($\bar{1}$.1.56), c^8 ($\bar{1}$.1.16), $c^{9/4}$ ($\bar{2}$.2.9) ; on voit que toutes se trouvent dans les deux zones, remarquables par leurs stries, aussi, étant donnée la complication de leur symbole, peut-être y a-t-il lieu de faire quelques réserves sur la signification de certaines d'entre elles.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai précisé (*B. C. F.* XI. n° 71. 58. 1900) l'origine et la composition des roches à axinite (*limurites*) et montré qu'elles résultent toujours du métamorphisme de calcaires dévoniens par le granite ou qu'elles forment des filonnets d'origine pneumatolitique dans le granite au voisinage de ces contacts.

Au ravin d'Ourditz, près du col du Tourmalet, j'ai rencontré au delà de cette zone des limurites et, plus loin du granite, des calcaires à

prehnite, encore riche en matière carburée et contenant des cristaux nets à formes communes d'axinite noire.

Tonkin. — M. Dupouy a rencontré (*op. cit.* 43) de l'axinite, associée à du quartz et à de l'épidote, en veinules dans des gabbros de la rivière Noire aux environs de Van-Yen.

GROUPE DES MICAS

BIOTITE ET PHLOGOPITE (T. I, p. 310).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Il faut ajouter les andésites supérieures du Mont-Dore (Plateau de l'Angle, les Egravats, carrière de la Grande scierie, etc.) aux roches volcaniques, dans les pores desquelles se trouve de la biotite d'origine pneumatolitique.

Madagascar. — La phlogopite abonde dans tous les cipolins de l'île et notamment dans ceux contenant des minéraux du groupe de la humite. Elle s'y rencontre parfois en très grandes lames, telles que celles du col d'Ampikaza et d'autres points de la région de Fort-Dauphin, qui atteignent 11 c. de diamètre. A citer encore Tananarive, ainsi que le pays Mahafaly (environs d'Ampanihy, etc.)

Antilles. — *Martinique*. Belles lames hexagonales de biotite, souvent résorbées sur les bords (1 cm.) dans les dacites des pitons du Carbet, du grand Ilot, de l'îlot du Diamant, etc.

ZINNWALDITE (T. I, p. 334).

Madagascar. — MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné (*Mém. soc. phys. Genève*, XXXVI. 369. 1910) l'analyse et les mesures optiques suivantes de la zinnwaldite d'un brun verdâtre, dont les grandes lames accompagnent la lépidolite dans la pegmatite à tourmaline polychrome d'Antaboka, près Mandrarivo.

SiO^2 45,88; Al^2O^3 20,80; Fe^2O^3 0,97; FeO 9,65; MnO 1,74; MgO 0,13; K^2O 9,11; Na^2O 0,96; Li^2O 3,78; F 5,12; H^2O 1,48 = 99,62.

n_g	n	n_p	$n_g - n_p$	2E	2V	
1,6521	1,6476	1,5880	0,0641	52° à 57°	31° à 34°	(Na)

MUSCOVITE (T. I, p. 334).

Composition chimique. Analyses *a*) de la muscovite accompagnant le béryl de Biauchaud, par M. Barbier (*B. S. M.* XXXIII. 77. 1910), *b*) de la muscovite (damourite) compacte d'Ambazac (tome I, page 346)

par M. Godchaux ;*c*, d'une muscovite compacte paraissant ressembler à la précédente et formant avec quartz des nodules dans les schistes à séricite de Montrambert (*Loire*) ; sa densité est de 2.783 (G. Friedel. *B. S. M.* XXI. 135. 1898) (voir aussi p. 740).

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	MgO	CaO	K^2O	Na^2O	Li^2O	H^2O	
a	48,87	36,68	2,06	0,29	»	10,56	1,48	tr.	»	= 99,94
b	45,84	34,05	1,67	tr.	0,60	10,62	2,35	»	4,70	= 99,83
c	45,77	37,70	1,98	0,89	0,95	7,66	0,75	»	4,51	= 100,21

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Baret a trouvé de la fuchsite dans l'éclogite de Fay.

Ardennes et **Vendée**. — M. J. de Lapparent a étudié (*B. S. M.* XXXII. 229. 1909), à l'occasion des porphyroïdes de ces régions, le mécanisme de la décomposition des feldspaths en micas et a cherché à établir que la séricite se forme essentiellement dans les plagioclases, grâce à l'apport de potasse, consécutif à la décomposition de l'orthose ou du microcline voisins.

Maine. — *Mayenne*. Le même auteur a aussi étudié la roche, quelquefois désignée sous le nom de *blaviérite* ; il la considère comme un tuf rhyolitique altéré. De ses analyses, il résulte que la teneur en potasse est beaucoup plus grande que celle fournie par les anciennes analyses (tome I, p. 355) et que, par suite, le produit micacé qui la caractérise doit être rapporté à la *séricite* et non à la *paragonite*.

Plateau Central. — *Corrèze*. Les pegmatites de la carrière du puy Moret près Batizon, à 3 km. sud-est de Lubersac, renferment des lames de muscovite assez planes et assez larges pour pouvoir être exploitées industriellement : je dois à M. P. Gautier des cristaux épais de plusieurs centimètres et mesurant 15 centimètres de diamètre ; elle englobe parfois de gros cristaux verts et fendillés d'apatite.

Afrique Occidentale. — *Soudan*. M. Vuillet m'a remis une jolie fuchsite schisteuse recueillie au contact du granite entre Baouïga et le marigot Kassini dans le cercle de Ouagadougou.

Côte d'Ivoire. La muscovite abonde dans cette colonie, surtout formée par des roches granitiques et gneissiques ; de beaux échantillons en particulier se trouvent à Sokboloubou.

Dahomey. Il en est de même pour cette région, notamment près de Tchaourou et de Djougou et du voisinage du Niger.

Madagascar. — La muscovite est fréquente dans les pegmatites et le quartz de pegmatites. J'en ai vu des lames ou des cristaux très beaux provenant de Betainiomby et d'autres points à l'est d'Analalava, puis du nord-ouest de l'île, de la vallée de la Loky; dans l'Imerina, elle est fréquente dans les pegmatites à béryl et tourmaline noire et y est parfois palmée (environs d'Antsirabé, plateau d'Ampatsakana, etc.). A citer enfin les environs de Fort-Dauphin à l'extrême sud. J'ai ouï dire que des grandes lames, utilisables dans l'industrie, avaient été exportées de la Grande-Ile, mais je n'ai pu vérifier cette indication.

La fuchsite se rencontre dans des quartzites du bassin du Mananjara, elle constitue des micaschistes au confluent de la Mandrina et de la Lokotra.

Nouvelle-Calédonie. — Les micaschistes de la vallée du Diahot renferment, près de Balade, de grandes lames de muscovite, qui englobent poecilitiquement un grand nombre de cristaux d'almandin, uniformément distribués, apparaissant sur les clivages sous forme de petits points brillants. La fuchsite, d'un vert foncé, abonde dans les glaucophanites (Balade), et dans les épidotites (Galarino).

7° *Dans des filons.*

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. La muscovite se rencontre avec mispickel et or natif dans un filon de quartz à Beslé.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Des masses importantes d'une muscovite, colorée en vert clair par du chrome, se rencontrent dans la granulite au voisinage du filon de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

LÉPIDOLITE (T. I, p. 335).

Plateau Central. — *Tarn*. La lépidolite de Castelnau-de-Brassac accompagne la rubellite décrite plus haut : ses lames atteignent 4 mm. de diamètre ; l'analyse suivante est due à M. Arsandaux (*op. cit.*).

SiO^2	Al^2O^3	MnO	$(K\,Rb\,Cs)^2O$	Li^2O	H^2O	F
51,0	26,2	tr.	11,4	5,9	2,2	6,2 = 102,9.

Haute-Vienne. J'ai décrit (*B. S. M.* XIV. 30. 1901) les curieuses roches à lépidolite de La Chèze, en Ambazac, et de Saint-Sylvestre, qui ne sont que des cas particuliers de pegmatites. Il existe deux types : 1° granulites à grands éléments, riches en paillettes de lépidolite atteignant souvent 1 cm. ; 2° roches essentiellement constituées par de fines

paillettes de lépidolite et rappelant celle de Rosena en Moravie. Dans les carrières du Coudier, cette dernière roche renferme localement des cristaux porphyroïdes de topaze atteignant 1 cm.

Il existe aussi à Larmont en Saint-Sylvestre de très remarquables filons à structure zonée ; au contact avec le granite, se trouve une zone uniquement formée par de grands cristaux d'albite et parfois de béryl de 2 cm. appliqués sur la paroi, avec du quartz, un peu de columbite tantalifère et de cassitérite, puis se succèdent alternativement des zones riches en lépidolite et d'autres, uniquement constituées par de l'albite et du quartz.

Madagascar. — J'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 225. 1908) que la lépidolite blanche, rose, ou d'un violet très pâle rappelant la couleur d'eau légèrement colorée par de l'encre d'aniline, est un des micas prédominants des pegmatites à rubellite de la région du Mont Bity ; j'ai vu des lames isolées provenant de Maharitra, qui mesurent 15 cm. de diamètre.

Le même minéral forme aussi des agrégats de petites lamelles rosées, enchevêtrées, remplissant les cavités des mêmes filons et englobant des aiguilles de rubellite rose pâle, ainsi que des cristaux de bityite.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné (*op. cit.*, 367, voir à tourmaline) les résultats suivants obtenus sur la lépidolite en grandes lames se trouvant à Antsangambato (*a*) et à Antaboka (*b*) dans les mêmes conditions qu'à Maharitra.

	a	*b*
SiO^2....	55,97	57,25
Al^2O^3...	17,70	17,65
Fe^2O^3...	0,68	0,51
MgO....	0,09	0,17
MnO....	0,58	0,24
K^2O....	10,14	10,11
Na^2O...	0,82	0,78
Li^2O....	4,71	5,42
F.......	7,12	6,28
H^2O....	2,24	1,38
	100,05	99,79
Densité	2,799	2,804

	n_g	n_m	n_p	n_g n_p	2E	2V
a.	1,5562	1,5522	1,5318	0,0244	74°26′	45°50′
b.	1,5621	1,5570	1,5308	0,0314	74°	45°24′

PARAGONITE

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Sous le nom de *hallérite*, M. Ph. Barbier a décrit (*C. R.* CLVI. 1220. 1908) un mica blanc des pegmatites de Mesvres formant des lames de 1 cm. de diamètre, qui offrent tous les caractères extérieurs de la muscovite. La composition suivante en fait une variété de *paragonite* : SiO^2 49,18 ; Al^2O^3 36,56 ; Fe^2O^3 2,19 ; Na^2O 7,63 ; K^2O 3,19 ; Li^2O 1,26 = 99, 94. Perte au feu 4,60, pas de fluor.

MINGUÉTITE

J'ai montré récemment (*B. S. M.* XXXIII. 270. 1910) que le minéral de la mine de magnétite de Minguet près Segré (*Maine-et-Loire*), que j'ai signalé page 363 du tome I comme biotite et que je dois à M. Davy, est en réalité un minéral nouveau, intermédiaire entre la biotite (lépidomélane) et la stilpnomélane. La formule : $(Fe,Al)^8(Fe,Mg)^8$ $(K,Na)^2$ H^{16} $Si^{17}O^{63}$ peut être déduite de l'analyse suivante, faite par M. Pisani.

SiO^2	43,65
Al^2O^3	5,22
Fe^2O^3	18,80
FeO	19,00
MgO	3,22
CaO	0,94
Na^2O	0,66
K^2O	3,00
H^2O	6,00
	100,49

La minguétite est presque uniaxe, optiquement négative ; elle possède le pléochroïsme des micas ; elle est presque opaque suivant $\mathbf{n}_g$.

Elle fond au chalumeau en un émail noir, magnétique. Dans le tube, elle perd la totalité de son eau au rouge sombre ; elle est facilement et complètement attaquée par l'acide chlorhydrique à chaud, en conservant sa forme (lamelles nacrées de silice hydratée). La densité minimum est de 2,86.

CHLORITOÏDE

Normandie. — *Orne*. L'*ottrélite* se trouve en petites lamelles dans les schistes siluriens métamorphisés par le granite à Saint-Barthélemy près Alençon (de la Durandière. *B. S. M.* XVIII. 169. 1895).

Plateau Central. — *Allier*. M. Albert Michel Lévy a signalé (*B. C. F.* XVIII. 428. 1908) un gisement du même genre au moulin à vent de Saint-Léon : les lames losangiques d'ottrélite ont de 1 à 2 mm. de diamètre.

GROUPE DES CHLORITES

CLINOCHLORE (T. I, p. 379).

Le nom de *mauléonite*, indiqué page 383 du tome I, a été proposé par Leymerie (*Minér*. II. 243. 1867).

Algérie. — *Alger*. La leutchtenbergite est aussi abondante dans les calcaires métamorphisés par les ophites de l'Algérie que dans ceux des Pyrénées. Je signalerai en particulier le gisement de Letourneux à ajouter à celui signalé page 384.

PENNINE (T. I, p. 384).

Il y a lieu d'inverser les couleurs d'absorption de la pennine négative, données page 385 pour $\mathbf{n}_g$ et $\mathbf{n}_m$ d'une part, et $\mathbf{n}_p$ de l'autre.

Algérie. — *Constantine*. Certaines des druses de l'andésite quartzifère de Bou Serdoun, près Collo, renferment de grandes lames nacrées d'une chlorite, ressemblant à la leuchtenbergite des Pyrénées, mais ayant le signe optique négatif ; elles sont accompagnées de delessite et d'analcime, mais ne sont pas associées à la datholite du même gisement.

RIPIDOLITE (T. I, p. 388).

Plateau Central. — *Corrèze*. M. Puyaubert m'a communiqué de bons échantillons de ripidolite tapissant les fentes du granite au voisinage du village de Mulatet sur la route de Brive.

DELESSITE (T. I, p. 394).

Vosges. — Les dernières lignes du *Traité de Minéralogie* de Dufrénoy (III. 790. 1847) sont consacrées à une substance qu'il appelle la *dumasite* : elles sont ainsi conçues. « M. Delesse a donné ce nom à un minéral, qui tapisse les cavités et les fissures de certains mélaphyres des Vosges, et qui forme en outre de petits nids ; je n'ai pas eu l'occasion d'en étudier d'échantillons, je sais seulement qu'elles constituent de petites lamelles verdâtres, tendres, plus ou moins agrégées, qui ont de l'analogie avec la ripidolite ».

Il est vraisemblable qu'il s'agit là du minéral de Mielin, dont l'analyse est donnée page 395 du tome II, minéral que Delesse a décrit en 1847 sous le nom de *chlorite ferrugineuse* et que Naumann a désigné l'année suivante sous celui de *delessite* ; je ne crois pas que Delesse ait imprimé ce nom de dumasite, qui n'a d'ailleurs été cité par aucun des auteurs français, Delafosse, Des Cloizeaux, dont les Traités de Minéralogie sont postérieurs à celui de Dufrénoy : ce terme doit donc être rayé de la nomenclature.

GLAUCONIE

D'intéressantes observations sur la glauconie et spécialement sur celle du nord de la France ont été données par M. Cayeux dans sa Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires (*Mém. Soc. géol. Nord.* IV. Mém. n° 2. 163. 1897).

SÉRIE MUSCOVITE-KAOLINITE (T. I, p. 334-461).

Afrique Occidentale et Equatoriale. — Dans une série d'études sur la latéritisation au *Soudan*, en *Guinée* et au *Congo*, M. Arsandaux a montré (*C. R.* CXLIX. 682. et 1082. 1909 et CL. 1698. 1910) que toutes les terres rouges de ces régions tropicales ne sont pas constituées par les hydrates d'aluminium et de fer, mais que souvent, après élimination des minéraux inattaquables (quartz, etc.) ou inattaqués, elles se montrent formées en grande partie par des silicates à structure micacée, de composition variable, oscillant entre un type voisin de la muscovite et une véritable kaolinite, soit qu'il existe véritablement une série de variétés de muscovite, dans lesquelles une proportion variable de potassium est remplacée par de l'hydrogène, soit qu'il se forme d'abord de la muscovite normale qui, par altération, se transforme peu à peu en kaolinite. Voici une série d'analyses d'échantillons provenant de Siguiri (*Haut-Sénégal-Niger*), où la roche originelle paraît avoir été un microgranite.

SiO^2.......	44,9	46,4	45,0	44,5	44,6
TiO^2.......	1,0	0,7	1,3	1,5	0,9
Al^2O^3......	37,9	35,9	37,1	38,2	35,8
CaO+MgO.	1,1	1,3	1,0	0,9	0,9
K^2O........	6,9	4,3	3,3	1,5	0,5
Na^2O.......	0,9	1,8	0,4	0,4	0,4
H^2O.......	7,6	8,9	11,4	12,5	16,6
	100,3	99,3	99,5	99,5	99,7

M. Arsandaux a en outre suivi les variations de la teneur en hydrates libres de la roche, accompagnant ces variations de composition chimique de son minéral essentiel.

Plateau Central. — Peut-être est-ce à une série de ce genre qu'il y aurait lieu de rapporter la *leverriérite* et aussi le minéral, décrit comme kaolinite par M. Friedel, dont il est question page 748.

Loire et Gard. M. Termier a complété (*B. S. M.* XII. 28. 1899) la description de la leverriérite, donnée tome I, page 469. L'analyse du minéral du puits Fontannes à Rochebelle est la suivante ; densité 2,590.

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	MgO	CaO	K^2O	P.f.
49,90	37,02	3,65	0,30	tr.	1,13	8,65 = 100,65

Les indices de réfraction, mesurés par M. Wallerant sur un échantillon du Quartier Gaillard à Saint-Étienne, dans lequel 2 E = 0 à 50°, sont les suivants: $n_g = n_m$ = 1,582 ; n_m = 1,554 ; $n_g - n_p$ = 0,028.

GROUPE DE L'ANTIGORITE

NÉPOUITE[1]

$H^4(Ni, Mg)^3 Si^2O^9$

Orthorhombique.

Formes observées et facies. Se trouve sous forme de poudre cristalline ou de groupements vermiculés, rappelant ceux de la ripidolite (helminthe) ; ils sont constitués par des lamelles (h^1) grossièrement hexagonales, ayant de 1/10 à 2/10 de millimètre.

Clivages. Clivages, micacé suivant h^1 (100) (notation prise par analogie avec l'antigorite), net suivant g^1 (010) ; cassure ou clivage suivant une direction de la zone pg^1 faisant environ 60° avec g^1.

Dureté. 2 à 3 (?).

Densité. 2,47 à 3,24, d'autant plus grande que la teneur en nickel est plus élevée.

Coloration et éclat. La couleur varie également avec la teneur en nickel ; elle oscille entre le vert jaune pâle et le vert vif. Poussière vert plus ou moins foncé.

Éclat un peu nacré sur le clivage.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques dans g^1 (010) ; bissec-

1. A placer dans la systématique, après l'*antigorite*. T. I, p. 431.

trice aiguë *négative* (n_p), sensiblement normale au clivage facile h^1 (100) : deux axes optiques très rapprochés et parfois uniaxie, due à des entrecroisements de lames. Dans l'échantillon, dont l'analyse est donnée en *a*, la biréfringence $n_g - n_p$ est de 0,038 : elle s'abaisse dans les types moins nickelifères.

Pléochroïsme. Pléochroïsme faible dans les teintes suivantes :

n_g = vert jaune.
n_p = vert vif.

Composition chimique. Dans la formule donnée plus haut, le rapport Ni : Mg est assez variable.

Analyses par M. Glasser (*op. cit.*).

	a	*b*	*c*	*d*
SiO^2..........	32,36	33,03	35,05	40,07
NiO...........	50,70	46,11	39,99	18,21
MgO..........	3,00	6,47	11,80	29,84
FeO..........	0,62	2,20	1,22	0,25
CaO..........	tr.	tr.	0,58	0,53
Al^2O^3........	0,69	1,39	1,13	0,72
H^2O...........	12,31	10,61	10,05	11,98
	99,68	99,81	99,82	101,60
Densité.......	3,20	3,18	2,89	2,47

La népouite offre une grande analogie de propriétés optiques avec la *connarite* (comarite) décrite par Breithaupt d'après des échantillons provenant de Röttis en Silésie, mais la composition centésimale est différente ; les deux espèces sont distinctes, si l'analyse de Breithaupt représente bien la composition du minéral allemand.

Essais pyrognostiques. Comme la nouméite. Par calcination, la couleur passe au gris plus ou moins foncé suivant la teneur en nickel, puis au jaune, enfin au gris verdâtre. La calcination ne modifie pas les propriétés optiques.

Diagnostic. La népouite se distingue de la nouméite par sa structure cristalline, par la forme vermiculée que présentent parfois ses agrégats et par ses propriétés optiques. Le minéral ne possède pas la structure concrétionnée et l'éclat gras si fréquents dans la nouméite ; il est le plus souvent terne et âpre au toucher.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Nouvelle-Calédonie. — La népouite qui, on le voit par ses propriétés, est une antigorite nickélifère, a été trouvée par M. E. Glasser (*C. R.* CXLIII. 1173. 1906) dans la mine de Népoui sous deux formes différentes : 1° sous celle d'une poudre cristalline très fine au milieu de nouméite remplissant les fentes d'une péridotite altérée; 2° en masses à structure vermiculée, accompagnant de la nouméite concrétionnée sur les parois d'une cheminée ouverte au milieu de blocs de même nature. J'ai trouvé dans la collection du Muséum un échantillon du même minéral provenant de Thio.

CHRYSOTILE (T. I, p. 435).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. La serpentine de Coureuges en Saint-Prejet-Armandon est traversée par des veinules de chrysotile jaune d'or atteignant jusqu'à 2 cm. d'épaisseur.

Nouvelle-Calédonie. — Le gisement de nouméite de Tiebaghi a fourni un minéral d'une belle couleur verte, formant une masse fibro-lamellaire rigide d'un décimètre de longueur.

Sa composition est la suivante, d'après une analyse de M. Arsandaux: SiO^2 42,8 ; FeO 2, 9 ; NiO^2 5,1 ; MgO 36, 2 ; H^2O 12,8 = 99, 8. Elle correspond à une variété nickélifère de chrysotile.

DEWEYLITE (T. I, p. 438).

Nouvelle-Calédonie. — La deweylite paraît être assez abondante dans certaines serpentines de l'île : la collection du Muséum renferme un échantillon de plus d'un kilogramme provenant de la baie Ouié. Il est jaune clair, translucide ; les propriétés optiques sont celles que j'ai exposées page 438; l'analyse suivante en a été faite dans mon laboratoire par M. Stoyanoff : SiO^2 44,56 ; FeO 0,50 ; MgO 36,30 ; H^2O 18,00 = 99,86. Elle ne donne qu'approximativement la composition du minéral, qui est mélangé d'un peu de serpentine colloïde de densité voisine.

NOUMÉITE (T. I, p. 441).

Nouvelle-Calédonie. — J'ai décrit (*B. S. M.* XXVI. 303. 1903) le cas curieux de la pseudomorphose en nouméite d'un petit insecte

(*Adelium externacostatum.* Bates) vivant encore dans l'île. Cette observation montre que la nouméite continue à se former ou tout au moins qu'à ses affleurements, il se produit encore des transports importants de matière par voie de dissolution.

Depuis la publication du tome I, M. Glasser a publié (*A. M.* V. 1904) une importante étude sur les gisements de nouméite, tant au point de vue géologique qu'économique.

Madagascar. — La serpentine de Valojoro près Ambatofangehana renferme des veinules d'une nouméite d'un vert pâle, dont le mode de formation est comparable à celui de la nouméite néo-calédonienne. D'après un dosage de M. Arsandaux, ce minéral contient SiO^2 35 et NiO 26 °/₀.

TALC (T. I, p. 450).

Plateau Central. — *Loire*. Le talc en grandes lames forme à la Chardoère en Bellegarde près Saint-Galmier une véritable roche, associée à l'actinote.

Rhône. Du talc blanc, plus ou moins pur, constitue une couche dans le précambrien entre Vaux et La Creuze, près le Perréon aux environs de Villefranche. Il est imprégné de cuivre natif, de cuprite et de chalcopyrite.

Provence. — *Bouches-du-Rhône*. Le talc, décrit page 454 sans que son gisement exact soit indiqué, provient de Beaulieu.

Madagascar. — Le talc fibreux et lamelleux, épigénisant la trémolite, décrit page 453, provient des environs d'Ambatofangehana, d'où j'ai reçu depuis des échantillons identiques. La serpentine de Valojoro renferme des nids de lames de talc vert-émeraude.

THALITE

La thalite, trouvée dans les amygdaloïdes du lac Supérieur, est essentiellement un silicate hydraté de magnésium, avec une très petite quantité d'aluminium et de fer. Elle forme des masses en apparence amorphes, mais présentant une structure microscopique fibreuse.

Les fibres sont allongées suivant $\mathbf{n}_g$; elles ont une biréfringence voisine de celle du quartz et possèdent parfois une structure vermiforme. La couleur est d'un blanc verdâtre ; le minéral a une dureté de

1,5, un toucher savonneux, une densité de 2,2, à 2,3. Il fait gelée avec les acides. Ce minéral se distingue des chlorites par ce qu'il renferme à peine d'alumine.

J'ai trouvé (*B. S. M.* XXVII. 279. 1904) une substance analogue dans les basaltes de la vallée de Papenoo (*Tahiti*) sous forme de nodules de 0 cm. 5 de diamètre. Au microscope, on constate que le centre des nodules est presque incolore, tandis qu'il verdit sur les bords.

GROUPE DE LA PALYGORSKITE [1]

Les substances qualifiées de *cuir*, de *liège*, de *carton de montagne*, et qui sont généralement rattachées à la trémolite (tome I, 646), en sont en réalité distinctes ; des échantillons provenant de diverses localités ont d'autre part été décrits comme minéraux indépendants sous les noms de *palygorskite*, de *pilotite* et de *lassallite*.

M. A. Fersmann a systématisé l'étude de ces substances (*Bull. Acad. sc. Saint-Pétersbourg*, 1908) et a proposé d'en faire un groupe, dont la composition est représentée par la formule générale.

$$x\,(H^8Mg^2Si^3O^{12}).\ y\,(H^2Al^2Si^4O^{12}+5H^2O)$$

parasépiolite [2] *paramontmorillonite*

Les analyses peuvent être divisées en quatre groupes, caractérisés par le rapport $x : y$:

$$x : y = 1 : 2 = H^{32}Mg^2Al^4Si^{11}O^{46}$$
$$1 : 1 = H^{20}Mg^2Al^2Si^7O^{29}$$
} *palygorskite*

$$2 : 1 = H^{28}Mg^4Al^2Si^{10}O^{41}$$
$$3 : 1 = H^{36}Mg^6Al^2Si^{13}O^{53}$$
} *pilolite*

Ceux des minéraux français, qui ont été analysés, se rapportent au type 1 : 1 et pourraient à la rigueur conserver, comme nom de variété, celui de *lassallite*.

Les propriétés physiques de tous ces minéraux sont identiques ; elles se rapprochent de celles de certaines variétés de magnésite

1. A placer dans la systématique avant la *magnésite* (Tome I, p. 454).

2. M. F. Zambonini a étudié (*Att. R. Acc. scienz. Napoli.* XIV. n° 1, 1908) la perte en eau sur l'acide sulfurique de la *magnésite* de l'Arc de Triomphe à Paris et montré que si l'on considère comme hygroscopique cette eau, celle qui reste est de beaucoup inférieure à celle qu'exige la formule $H^4Mg^3Si^2O^{10}$: cette variété de magnésite correspond sans doute à la *parasépiolite* de M. Fersmann.

(sépiolite) et M. Fersmann rappelle que des propriétés analogues caractérisent le minéral du Mexique, qu'il désigne sous le nom de *paramontmorillonite*.

Formes observées. Les minéraux de ce groupe ont la forme d'un carton très léger, très tenace, souple, mais difficile à déchirer ; le minéral s'effile alors en fibres tenues. Dans l'eau, il s'imbibe, gonfle en devenant mou, visqueux au toucher sans se désagréger et il ressemble alors à de la viande ayant séjourné longtemps dans l'eau.

Densité. La densité apparente est d'environ 1,47.

Coloration et éclat. Blanc jaunâtre ; les fibres sont d'un beau blanc. Aspect terne du carton ou du liège.

Propriétés optiques. Le minéral est formé de fibres lamellaires à extinctions longitudinales et à allongement positif.

Composition chimique. A l'état naturel, la *lassallite* contient environ 30 °/₀ d'eau (rapportés à la matière anhydre) ; à 100°, elle en perd environ 16 °/₀ et il reste environ 14 °/₀ d'eau de constitution.

Analyses de la lassallite par M. G. Friedel (*op. cit.*) *a* de Meyssonial; *b* et *c* de Can-Pey, recalculées °/₀ en y introduisant l'eau de constitution, *d* d'une pilolite de Madagascar par M. Arsandaux.

	a	*b*	*c*	*d*
SiO^2	59,16	55,65	59,58	50,6
Al^2O^3	16,39	17,93	18,36	25,1
Fe^2O^3	0,72	1,44	0,32	0,5
MgO	8,57	8,01	6,41	7,2
CaO	1,11	0,76	0,21	4,9
H^2O au-dessus de 100°	14,05	16,21	15,12	11,7
	100,00	100,00	100,00	100,0

Essais pyrognostiques. Calcinés, ces minéraux donnent de l'eau, puis se contractent énormément en s'agglomérant en une masse poreuse et légère, dure et cassante. Au chalumeau, ils fondent en un verre incolore et un peu bulleux.

Ils sont faiblement attaqués par l'acide chlorhydrique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Les minéraux de ce groupe se rencontrent dans certains gisements, où ils ont été formés par circulation d'eau, mais M. Fersmann les a signalés aussi dans des terrains sédimentaires, où ils paraissent jouer le même rôle que la magnésite dans l'éocène parisien.

1° *Dans des filons métallifères à gangue quartzeuse.*

Plateau Central. — *Haute-Loire.* C'est du filon Saint-Charles, à Meyssonial en Mercœur (et non Miramont), que provient le minéral décrit par M. G. Friedel (*B. S. M.* XXIV. 12. 1901) sous le nom de *lassallite*. D'après M. Genton, l'inventeur du gisement, ce filon contient de la stibine et de la stibiconite aux affleurements ; il est stérile à 25 mètres de la surface : il est alors constitué par du quartz et de la barytine avec un peu de kaolinite: C'est dans cette barytine, mais dans des cavités distinctes, qu'ont été trouvées la termiérite et la lassallite à aspect de carton.

2° *Dans les fentes de roches diverses.*

Cévennes. — *Gard.* La soi-disante asbeste signalée par Al. Brongniart à Mandagon, au nord du Vigan, est une palygorskite.

Alpes. — *Isère.* La collection du Muséum renferme un échantillon de palygorskite des environs de Saint-Christophe-en-Oisans, qui possède la consistance d'un liège très fin ; il se taille au canif.

Il est vraisemblable que c'est aussi au même groupe qu'il faut rapporter les lièges et cuirs de montagne, souvent signalés dans des conditions analogues dans les *Alpes* et dans les *Pyrénées*.

Madagascar. — L'analyse *d* a été faite sur une variété calcique de pilolite jaunâtre, à toucher savonneux et à structure fibrolamellaire : elle se délaye facilement dans l'eau. Elle a été trouvée dans un filon de pegmatite à tourmaline de Maharitra.

3° *Dans des gîtes de substitution et dans les calcaires.*

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales.* La lassallite a été trouvée par M. Carrière dans le filon de blende de Can Pey, près Arles-sur-Tech (entre le calcaire et la blende et dans des poches remplies par des débris des épontes). L'analyse *b* est due à M. G. Friedel (*B. S. M.* XXX. 80. 1907).

Tonkin. — M. Dupouy a rencontré (*op. cit.* 45) une palygorskite, dans des calcaires magnésiens à l'ouest de Ha-giang (environs de Kao-Loc).

KAOLINITE (T. I, p. 461).

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai observé (*B. S. M.* XXX. 119.

1897) de petites masses de kaolinite écailleuse dans les intervalles des cristaux de stibine d'Espezelles près Saint-Marie-le-Plain.

Haute-Loire. M. G. Friedel a rapporté au même minéral (*B. S. M.* XXIV. 6. 1901) une substance écailleuse du filon Saint-Charles à Meyssonial (voir page précédente), dont voici l'analyse :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	K^2O	H^2O
44,48	36,24	2.18	0,44	0,19	2,03	14,12 = 99,68

Par sa teneur en potassium elle se rapproche de la leverriérite.

Corrèze. M. Puyaubert m'a communiqué des lamelles très pures de kaolinite accompagnant de la blende transparente au milieu de nodules de sidérite des mines de houille d'Argentat.

Saône-et-Loire. La kaolinite est l'un des éléments de la roche à svanbergite de Chizeuil près Chalmoux décrite dans ce volume, page 594 ; elle constitue parfois de petites masses très pures de fines lamelles, d'un blanc éclatant.

J'ai recueilli dans une géode de romanéchite mamelonnée de Romanèche une masse onctueuse de kaolinite, dont M. Stoyanoff a fait l'analyse suivante : SiO^2 41,76 ; Al^2O^3 40,36 ; H^2O 17,8 = 99,92.

Algérie. — *Constantine*. M. Braly m'a remis une remarquable kaolinite pailletée abondant dans les filons de blende d'Aïn Barbar, où elle forme des masses, fluides quand elles sont humides.

Madagascar. — *Nosy bé*. J'ai rencontré (*B. S. M.* XXIV. 34. 1901) la kaolinite cristallisée dans des géodes de calcite des filonnets de galène et de blende traversant les calcaires d'Ankalampobé.

PYROPHYLLITE (T. I, p. 470).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Des lames et des rosettes de pyrophyllite blanche, nacrée, accompagnent la kaolinite, le diaspore, etc. de Chizeuil.

GROUPE DES ARGILES

HALLOYSITE (T. I, 474).

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. De l'halloysite blanche se trouve dans la carrière de Drul-Land en Belle-Isle-en-Terre.

Landes. La *sevérite*, dont il est question page 479, t. I, a été décrite pour la première fois par Dufour (*Ann. sc. nat.* II. 21. 1824).

Cévennes. — *Gard.* Des masses d'halloysite jaunâtres accompagnent les phosphorites de la Capelle.

Ardennes. — De petits nodules blancs ou bleus d'halloysite, mats comme de l'ivoire, se trouvent, avec limonite, dans les argiles superficielles de Neuville et This sur les hauteurs d'Ecogne (Sauvage et Buvignier. *Stat. Ardennes.* 1842, 411).

MONTMORILLONITE (T. I, p. 480).

Poitou. — *Vienne.* Je dois au docteur Bobillot la communication d'une montmorillonite rose, trouvée à 25 m. de la surface du sol au cours du creusement d'un puits à Bordes en La Trémouille. Elle constitue un lit d'un mètre d'épaisseur dans des graviers récents.

Bretagne. — *Loire-Inférieure.* M. Baret a désigné (*Bull. Soc. Sc. nat. Ouest.* IV. 141. 1904) sous le nom de *dubuissonite* la montmorillonite rouge décrite page 483.

ALLOPHANE (T. I, p. 484).

Pyrénées. — *Ariège.* De très belles masses fragiles d'allophane d'un bleu de ciel, se transformant par dessiccation en une poudre blanche, ont été recueillies au pied du Mont Piéjeau, à l'ouest de Saint-Lary.

Corbières. — *Aude.* Des masses vitreuses d'allophane bleu pâle, tombant en poudre blanche par dessiccation, se rencontrent dans les mines de fer de Terrisse à Villanière près Mas Cabardès.

Cévennes. — *Gard.* Les mines de smithsonite d'Arrigas ont fourni une allophane analogue à la précédente.

Vosges. — [*Alsace*]. Une allophane bleue ou verte a été trouvée dans la limonite de Framont.

TERMIÉRITE

Facies. M. G. Friedel a donné ce nom (*B. S. M.* XXIV. 7.1901) à

un minéral, ayant l'aspect d'une halloysite, à structure zonée, d'une couleur gris clair et happant à la langue.

Dureté. 2. Très tenace.

Densité. Saturée d'eau, la termiérite possède une densité de 1,549 à 12°C. ; la densité prise dans l'acide sulfurique étendu d'eau n'est plus que de 1,210.

Propriétés optiques. Le minéral possède les propriétés optiques des argiles ; bissectrice aiguë *négative* ($\mathbf{n}_p$), avec écartement des axes variable, mais toujours petit et souvent nul. Les lames perpendiculaires à la bissectrice sont couchées dans le plan des zones successives. Le minéral saturé d'eau a un indice de 1,403.

Composition chimique. La composition de la substance entièrement privée d'eau est la suivante :

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO
78,29	15,00	4,85	1,77	0,47 = 100,38

La termiérite est très hydrophane, elle retient 18 °/₀ d'eau à l'air humide, mais placée dans l'eau, elle peut en absorber 25 °/₀ de son poids à l'état anhydre. A 110°C., le minéral ne contient plus que 6,68 à 6,86 d'eau.

Elle constitue le plus riche en silice et le moins alumineux de tous les minéraux du groupe des argiles ; à ce point de vue, elle se rapproche plus de la cimolite que de l'halloysite.

Essais pyrognostiques. Au chalumeau, devient fragile, opaque, puis dure et semblable à de la terre cuite. Au rouge sombre, elle prend un aspect corné et translucide, puis fond très difficilement sur les bords en un verre transparent un peu bulleux.

Difficilement attaquable par l'acide chlorhydrique à chaud.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Haute-Loire*. La termiérite remplit les cavités de la barytine dans des parties stériles du filon de stibine de Saint-Charles à Meyssonial en Mercœur (voir plus haut page 747), à la limite du Cantal.

Ce sont des cavités différentes qui renferment la kaolinite ou la lassallite.

Pyrénées. — *Pyrénées-Orientales*. La termiérite a été trouvée à Can Pey près Arles-sur-Tech. (Voir à *palygorskite*.)

NONTRONITE (T. I, p. 488).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. M. Marlot a décrit (*Bull. Soc. sc. nat. Autun*. XX. 162. 1907) une nontronite, d'un beau jaune, en veinules dans la granulite de la ligne du chemin de fer entre Montgillard et le Mont Tortu (à 6 ou 700 mètres de l'arrêt de Lacour), ainsi qu'à la Gravetière-sur-Uchon. Ces gisements paraissent être semblables à celui de Montmort signalé page 491.

Maine. — *Mayenne*. M. Œhlert m'a communiqué un échantillon de nontronite trouvé en filonnets dans la brèche porphyritique cambrienne des Couevrons près Voutré, employée pour le pavage et le saupoudrage du pavé de bois à Paris.

Madagascar. — J'ai reçu un échantillon de nontronite de l'Ankaratra : je sais qu'il provient de la région granitique, mais je n'ai pas obtenu de précision sur son gisement (probablement région de Betafo).

MÜLLÉRITE

M. Zambonini a décrit sous ce nom (*Z. K*. XXXII. 157. 1899 et XXXIV. 225. 1901) un minéral présentant tous les caractères extérieurs de la nontronite, mais en différant par une teneur en eau plus faible. L'analyse suivante a été faite sur un échantillon provenant de Nontron (*Dordogne*) : SiO^2 48,82 ; Fe^2O^3 35,88 ; Al^2O^3 4,30 ; MnO 0,63 ; MgO 0,35 ; H^2O 9,66 = 99,64.

Cet auteur lui attribue la formule $Fe^2Si^3O^9 + 2H^2O$.

SILICATES INTERMÉDIAIRES

MÉLILITE (T. I, p. 485).

Madagascar. — M. Prior a signalé à Amparafaravola (*Min. Magaz.* XIII. 89. 1901) une mélilitite (melilitbasalt) semblable à celle d'Hochbohl et, comme elle, renfermant de la pérowskite ; la mélilite de cette lave ne présente pas la structure en cheville. J'ai trouvé de nombreux échantillons de cette roche dans la collection de R. Baron, qui l'a découverte.

Antilles. — *Martinique*. Les laves secondaires formées au cours de l'incendie de Saint-Pierre par la fusion des murs d'une maison, sont assez riches en mélilite, à un axe négatif, plus biréfringente que le minéral naturel (*La Montagne Pelée et ses éruptions*. 533. 1904).

NÉPHÉLINE (T. I, p. 496).

Depuis la publication du tome I, j'ai décrit un très grand nombre de roches néphéliniques, provenant de régions coloniales, qui sont destinées à devenir classiques pour l'étude de cette série pétrographique ; ce sont celles-là que je passerai tout d'abord en revue.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Ces îles sont exclusivement constituées par des syénites néphéliniques ; d'après mes observations (*C. R.* CXLI. 984. 1905 ; CXLII. 681. 1906 ; CXLVI. 213. 1908), elles se rapportent à deux types. L'un, plus sodique, est caractérisé par l'ægyrine, la lâvénite, l'astrophyllite, la villiaumite, etc. (île de Rouma, nord de l'île de Kassa), l'autre, par la barkévicite. Ces deux types sont riches en accidents pegmatoïdes, formant des traînées plutôt que des filons distincts ; la néphéline (éléolite), en cristaux atteignant jusqu'à 5 cm. de côté, y est parfois presque incolore, mais elle est surtout d'un blanc verdâtre dans le type à ægyrine (Rouma), et rosâtre dans celui à barkévicite (phare de Tamara à la pointe de Topsail dans l'île de Foutabar et au village de Kassa).

La syénite à ægyrine du nord de Rouma renferme d'énormes ségrégations d'une roche, comparable à la lujaurite par sa richesse en ægyrine aciculaire et parfois en eudyalite ; elle contient en grande abondance des cristaux porphyroïdes de néphéline rosée, atteignant 2 cm. suivant l'axe vertical et englobant souvent sur leurs bords des cristaux d'albite, d'augite, des lames d'astrophyllite, des aiguilles d'ægyrine, etc.

Madagascar. — L'île de Nosy komba et la région qui borde la baie d'Ampasindava et se prolonge assez loin au sud, constitue une province pétrographique du plus haut intérêt que j'ai pu décrire en détail (*Nouv. Arch. Muséum* IV. 1902 et V. 1903), grâce aux récoltes de M. Villiaume.

Au milieu de sédiments jurassiques (particulièrement liasiques), se trouvent des amas, des dykes, des filons de syénites néphéliniques, de monzonites néphéliniques, de gabbros néphéliniques et essexitiques, d'ijolites, etc., accompagnés de filons de camptonites, de tinguaites, de monchiquites, de bostonites. etc. Ces roches, associées à des granites et à des syénites sans néphéline, constituent, au point de vue minéralogique, deux séries ; l'une plus sodique, ne comprenant que des syénites et des tinguaites, est caractérisée par l'ægyrine, l'autre, par la barkévicite.

C'est surtout dans les syénites à ægyrine qu'il existe des types à grands éléments, au milieu desquels se trouvent de beaux échantillons de néphéline (éléolite) rosée ou verte, tantôt en cristaux nets (notamment dans le massif de Bezavona, au Mont Andevenanaomby), tantôt jouant le rôle d'élément intersertal entre les cristaux de feldspaths (notamment près d'Ampangarinana à Nosy komba). Il existe aussi des variétés à grands éléments dans les monzonites néphéliniques ; la néphéline y est souvent rosée.

Dans tous ces gisements, la néphéline est en général remarquablement fraîche, mais on y trouve localement des transformations en zéolites (analcime, mésotype, etc.) ou plus rarement en muscovite

Des phonolites riches en néphéline automorphe sont abondantes non seulement dans cette région, mais encore dans le massif central de l'île.

Tahiti. — J'ai décrit (*B.S.G.* X. 91. 1910) toute une série de syénites, de monzonites, de gabbros néphéliniques, de gabbros essexitiques,

affleurant sous une couverture basaltique dans la vallée de Papenoo. Ces roches à barkévicite présentent les mêmes particularités minéralogiques que les types similaires de Madagascar.

Corbières. — *Aude.* J'ai fait connaître récemment (*B. S. G.* IX. 1909) l'existence de syénites néphéliniques à ægyrine à Fitou. C'est donc le second gisement métropolitain de cette roche.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les trachytes phonolitiques du Mont-Dore antérieurement désignés par les auteurs français sous le nom de phonolites, sont caractérisés par l'absence de néphéline magmatique. J'ai cependant rencontré dans certains échantillons de la roche de la Tuilière de très nombreux cristaux de ce minéral, simulant des phénocristaux ; ils sont toujours associés à du sphène, aciculaire suivant l'axe vertical et généralement, au moins en partie, séparés du magma microlitique par de l'analcime. Un gisement voisin, celui du Puy Cordé, montre la même particularité, mais localement la roche y est poreuse et riche en petits cristaux drusiques de néphéline et d'analcime; c'est là un passage au type franchement drusique du Mézenc décrit page 500. Cette néphéline est de nature pneumatolitique et si la roche de la Tuilière semble compacte, c'est que l'analcime a entièrement comblé toutes les cavités qu'elle renfermait originellement.

GROUPE SODALITE-HAÜYNE

SODALITE (T. I, p. 505).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* La sodalite est un élément fréquent des syénites néphéliniques des îles de Los. Dans une variété de celles à ægyrine et låvenite de l'île de Rouma, une sodalite d'un jaune clair constitue même l'élément essentiel de la roche, qui oscille vers la tawite. Elle constitue des plages d'environ 0 cm. 5, faciles à distinguer de la néphéline par la netteté de leurs clivages dodécaédriques.

Dans les pegmatites des syénites néphéliniques à ægyrine de Rouma et dans celles à barkévicite du phare de Tamara (pointe de Topsail) et du village de Kassa, la sodalite, d'un bleu lavande, constitue de grandes plages ou des cristaux automorphes, b^1, allongés suivant un axe ternaire et atteignant 5 cm. de plus grande dimension. Les unes

et les autres sont souvent en voie de transformation en mésotype ou en hydronéphélite; dans les pegmatites de Rouma, ces pseudomorphoses sont noires et rappellent la *ranite* de Norvège : l'examen microscopique y montre en outre au milieu de la zéolite, de petites plages d'hydrargillite. Les indices suivants ont été mesurés par réflexion totale.

Sodalite jaune de Rouma		1,4841.
— bleue	—	1,4841.
— bleue de Kassa		1,4830.

Gisement improbable.

MM. L.Mc.I. Luquer et G. J. Wolckening ont donné l'analyse suivante (*Amer. J. of Sc.* 1894. 466) d'un échantillon de sodalite bleue, que J. de Brazza aurait rapporté du Congo ; le minéral est accompagné d'argile et de limonite : SiO^2 37,85 ; Al^2O^3 30,87 ; Na^2O 25,43 ; K^2O 0,22 ; CaO 0,51 ; Cl 6,46 = 101,34. Densité, 2,363.

Les régions parcourues par de Brazza au Congo sont aujourd'hui suffisamment connues au point de vue géologique pour qu'on puisse affirmer qu'il n'y existe nulle part de roches susceptibles de renfermer de la sodalite. Si véritablement cet échantillon a été rapporté d'Afrique par ce voyageur, il est vraisemblable qu'il lui a été donné à Konakry et qu'il provient des îles de Los.

NOSÉANE-HAÜYNE (T. I, p. 507).

Propriétés optiques. M. Gaubert a montré (*B. S. M.* XVIII. 191. 1905) que les indices de réfraction permettent de distinguer la noséane ($\mathbf{n}$ = 1,48 à 1,49) de la haüyne, dont l'indice toujours plus grand que 1,49 peut atteindre 1,51. Ces cristaux sont parfois formés de zones de réfringence différente et par suite de composition distincte.

$\mathbf{n}$ =	Noséane	1,488	(Kassa)
	Haüyne	1,492	Roc blanc (*Mont-Dore*)
		1,500	Vaïrao (*Tahiti*)
		1,509	Falgoux (*Cantal*)

Plateau Central. — *Cantal.* Le minéral de Vensac, que j'ai signalé page 510 comme noséane, semble constituer un type spécial. L'indice $\mathbf{n}$ = 1,4576, est plus faible que celui de toutes les noséanes étudiées, aussi m'a-t-il paru intéressant de prier M. Pisani d'en faire

l'analyse qui a fourni les résultats suivants que je me propose de discuter ultérieurement :

SiO^2.......	35,75
Al^2O^3......	28,20
CaO.......	3,12
Na^2O......	20,70
K^2O.......	0,62
SO^3.......	7,36
Cl	0,40
H^2O	3,20
	99,35

La densité est de : 2,27.

Le minéral étudié a été purifié d'inclusions de calcite qui fait passer localement la couleur du bleu lavande au jaune pâle. L'examen microscopique met en évidence l'abondance des inclusions gazeuses dues sans doute au réchauffement du minéral, quand il a été arraché des profondeurs par le magma phonolitique.

M. Gaubert a constaté (*B. S. M.* XXVIII. 195. 1905) que ce minéral se décolore sous l'influence de la chaleur, à moins qu'il n'ait été préalablement soumis à l'action de la vapeur de soufre : dans ce cas, la chaleur le rend plus bleu qu'à l'état naturel.

La belle andésite à haüyne, dont il est question page 511 du T. I, a été trouvée par Weiss (*J. M.* XXIII. 305. 1808) en blocs dans la brèche andésitique du chemin de Mauriac à Saint-Flour, vis-à-vis le Puy Violent, sur la hauteur séparant la vallée du Falgoux de la vallée supérieure de Saint-Paul-de-Salers (ou de Recusset).

Puy-de-Dôme. Depuis la publication du tome I (page 512), j'ai rencontré en très grande abondance au Mont-Dore (*C. R.* CXXX. 348. 1900 et CXXXIII. 1033. 1901) toute une série d'enclaves homoeogènes des andésites à haüyne, qui oscillent entre des monzonites, des gabbros amphiboliques à haüyne et enfin des hornblendites pyroxéniques à haüyne. Ces roches grenues renferment comme élément essentiel une belle haüyne d'un bleu foncé en grains de quelques millimètres de diamètre, qui, malheureusement, est souvent altérée en produits colloïdes blancs ou rougeâtres.

Les gisements à citer sont : Mareuges, le Col du Train, et tous les conglomérats ponceux, qui s'observent à l'est du massif du Mont-Dore

jusqu'à Perrier près d'Issoire, et renferment des blocs de ces roches grenues, dont les dimensions atteignent parfois la grosseur de la tête.

Afrique Occidentale. — *Niger*. M. Arsandaux a trouvé (*C. R.* CXXXVIII. 163. 1904) aux alentours du poste de Sénoudébou (cercle de Bakel), un trachyte d'un rose saumon, renfermant d'abondants rhombododécaèdres de noséane d'un bleu très pâle ; ce trachyte un peu augitique à biotite contient de petites enclaves basaltiques.

Tahiti. — Les plus gros cristaux de haüyne que je connaisse sont ceux que j'ai récemment signalés (*B. S. G.* X. 91. 1910) dans les haüynophyres vitreux ou scoriacés de Vaïrao dans la presqu'île de Taïarapu ; ils atteignent 3 cm. suivant l'axe d'un fréquent allongement (axe ternaire). Leur couleur est d'un bleu sombre, mais par altération, ils deviennent verts dans la roche scoriacée : le minéral est alors un peu biréfringent. La haüyne constitue aussi un élément microscopique abondant de la pâte. Le type scoriacé contient un peu de leucite et d'isorthose.

Les mêmes roches, avec phénocristaux plus petits, se trouvent aussi dans la vallée de Papenoo.

4. *Dans les syénites néphéliniques.*

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Il existe à l'île de Kassa un type très spécial de syénite néphélinique à pyroxène, qui renferme comme élément essentiel de la noséane un peu calcique, d'ordinaire grise et riche en inclusions ferrugineuses ; elle est parfois d'un beau bleu rappelant celui de la haüyne ; elle est alors dépourvue d'inclusions.

PLANCHÉITE

$H^4Cu^6Si^5O^{18}$.

Monoclinique ?

Facies. La planchéite forme le plus généralement des concrétions botroydes, des sphérolites à fibres très serrées ou lâchement unies.

Il existe aussi une variété asbestiforme.

Dureté. 5,5.

Densité. 3,36.

Coloration et éclat. La coloration est bleue, mais varie d'intensité avec l'état d'agrégation des fibres ; d'un bleu très foncé quand celles-ci sont serrées, elle passe au bleu pâle lorsqu'elles sont lâchement associées. Transparente en lames minces.

Éclat brillant, soyeux dans les variétés asbestiformes.

Propriétés optiques. Les fibres s'éteignent suivant leur allongement ; elles possèdent une biréfringence élevée, voisine de 0,04.

Le plan des axes optiques fait partie de la zone d'allongement. La bissectrice aiguë est positive ; $\mathbf{n}_g$ est voisin de 1,70.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est net dans les teintes bleues, avec maximum suivant $\mathbf{n}_g$.

Composition chimique. La formule $H^4Cu^6Si^5O^{18}$ ou 6 CuO 5 SiO^2 H^2O ou $H^4Cu^6(SiO^4)^3$, $(SiO^3)^2$correspondant à la composition *a* ; *b* analyse par M. Pisani.

	a	*b*
SiO^2.........	36,9	37,16
CuO.........	58,7	59,20
FeO.........	»	tr.
H^2O.........	4,4	4,50
	100,0	100,86

Essais pyrognostiques. Comme la dioptase, mais ne s'attaque par les acides qu'avec difficulté et sans faire gelée.

Diagnostic. La couleur, jointe à la composition chimique, est caractéristique, car la planchéite est le seul silicate de cuivre fibreux de couleur bleue.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Congo. — J'ai décrit ce minéral (*C. R.* CXLVI. 722. 1908 et *B. S. M.* XXXI. 250. 1908) d'après des échantillons rapportés de Mindouli par M. Thollon et par M. Lucas. Depuis lors, M. de Romeu m'a fourni de nombreux échantillons et des renseignements précis, qui montrent que bien loin d'être l'espèce rare que j'avais crue tout d'abord, la planchéite est le minéral oxydé prédominant des gisements cuprifères de la partie orientale du bassin du Niari. Les beaux échantillons proviennent surtout de Mindouli, de Tchikoumba et de Pimbi.

Lorsque la planchéite est associée à la dioptase, elle lui est en général antérieure, bien qu'inversement, on trouve des cristaux de dioptase recouverts par elle.

J'ai observé récemment des pseudomorphoses complètes de cristaux de dioptase et de calcite en planchéite fibreuse : celle-ci n'est pas orientée sur le minéral disparu. Indépendamment de ces pseudomorphoses, les principales variétés à signaler sont les suivantes.

1° sphérolites d'un bleu pâle, associés à Mindouli, dans les cavités de corrosion du calcaire, à l'argent natif, à la malachite et à la cuprite. A Pimbi, les sphérolites très réguliers de cette même variété sont parfois englobés par du quartz hyalin. 2° sphérolites botroydes à fibres serrées d'un bleu sombre, recouvrant la calcite ; ils sont isolés sur de la dioptase ou associés à ce minéral dans des géodes ; parfois aussi, ils se réunissent en grand nombre pour former des blocs très homogènes. 3° variété asbestiforme, en veines de quelques centimètres d'épaisseur se trouvant particulièrement dans les grès de Mindouli.

Enfin, à 2 km. à l'ouest de Koumbakou, la planchéite forme le ciment d'un conglomérat calcaire.

CORDIÉRITE (T. I, p. 512).

Plateau Central. — *Cantal.* Des cristaux de *pinite*, atteignant 1 cm., ont été trouvés par M. de Brun dans des pegmatites des environs de Massiac.

Puy-de-Dôme. La forme $a^{2/9}$, indiquée tome I, p. 528, dans la *pinite* d'Ysserteaux, d'après M. Gonnard, est $a^{9/20}$ (20.0.9) (Gonnard. *B. S. M.* XX. 182. 1897) et peut-être plus simplement $a^{1/2}$ (201), forme signalée plus tard par le même savant (*B. S. M.* XXXI. 176. 1908) dans des groupements de cristaux du même gisement, qu'il a longuement décrits.

Loire. Dans la même note, M. Gonnard a donné l'analyse suivante, faite par M. Barbier, de la *gigantolite* des bords du Vizézy (voir tome I, page 526) : SiO^2 42,43 ; Al^2O^3 33,21 ; FeO 10,58 ; MgO 2,61 ; K^2O 4,75 ; H^2O 6,29 = 99,87. Le produit d'altération est donc essentiellement une muscovite.

Haute-Vienne. La *gigantolite*, citée page 524 aux environs de Limoges sans indication précise, vient de Geneytouse.

Saône-et-Loire. Des pseudomorphoses de cordiérite en *gigantolite*, du genre de celles décrites page 527, se trouvent dans les filons de pegmatite de Cuzy près Luzy. Certains cristaux mesurent 0 m. 85 $\times$

0 m. 35. M. de Chaignon en a extrait (*Bull. Soc. sc. nat. Autun* XXII. 28. 1908) un fragment de cristal pesant 49 kg. L'andalousite se trouve dans la même carrière, mais n'est pas associée à la cordiérite.

Madagascar. Je dois à M. Buhan des échantillons d'une belle cordiérite recueillie dans la région du Bity, à l'est de Tsilaizina ; elle provient des micaschistes et à tous égards peut être comparée à celle de Tvedestrand en Norvège. Elle forme de grosses masses violacées sans formes géométriques, d'où il est possible d'extraire des fragments transparents assez limpides et d'une couleur assez jolie pour faire une pierre précieuse, plus foncée et plus belle que ne l'est d'ordinaire le *saphir d'eau*. La densité est de 2,60 environ.

MM. Duparc, Sabot et Wunder viennent d'étudier ce même minéral (*Mém. soc. phys. Genève* XXXVI. 406. 1910) et en ont donné l'analyse suivante : SiO^2 49,05 ; Al^2O^3 33,08 ; Fe^2O^3 0,83 ; FeO 4,38 ; MgO 11,04 ; Pf, 1,64 = 100. Les indices, assez variables avec les échantillons, sont les suivants pour la lumière du sodium : $\mathbf{n}_g = 1,5475$; $\mathbf{n}_m = 1,5443$; $\mathbf{n}_p = 1,5392$, d'où $\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0,0083$.

5° *Dans les gabbros métamorphisés.*

Vendée. — *Loire-Inférieure*. J'ai découvert un singulier mode de formation de cordiérite (*B. C. G. F.* No 67. X. 1899) ; les gabbros à olivine et à tendance ophitique du Pallet se transforment sur les bords du massif, à leur contact avec des schistes micacés, en norites quartzifères, à structure grenue, riches en cordiérite.

Dans la carrière des Prinaux, et sous le calvaire du Pallet, on rencontre au milieu du gabbro normal des taches de cette norite, qui est en outre souvent très grenatifère ; j'ai pu constater que ces taches se produisent toujours autour d'enclaves de schistes riches en graphite et contenant, eux aussi, de la cordiérite ; on peut suivre tous les passages entre ces enclaves certainement sédimentaires et la roche éruptive ; il faut donc admettre que la norite à cordiérite est une forme endomorphe du gabbro, produite par dissolution de roches schisteuses.

Cette cordiérite, d'un bleu noir foncé et à éclat gras, quand elle est vue en masse, est formée par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux riches en auréoles pléochroïques, en inclusions de spinelle, de sillimanite, de staurotide. Elle présente des macles, qui se produisent parfois suivant une seule face *m* (110), de telle

sorte que dans les plaques minces, le minéral ressemble alors à un plagioclase.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* On a vu page 525, tome I, que je considère les enclaves à cordiérite du Capucin comme des gneiss corrodés et arrachés au sous-sol. J'ai recueilli récemment, dans les tufs trachytiques de la vallée du Mont-Dore, de beaux échantillons de gneiss à cordiérite absolument intacts. Des enclaves à cordiérite abondent dans d'autres gisements, notamment dans un filon de trachyandésite de l'entrée du Val d'Enfer, dans la coulée du puy de Pallaret, etc.

Antilles. — *Martinique.* Mon long séjour à la Martinique m'a permis de faire de nombreuses observations sur la cordiérite, que j'ai trouvée dans les roches volcaniques, où elle été formée dans des conditions variées (*La Montagne Pelée et ses éruptions* 1904, 547, 565, 570).

L'andésilabradorite du morne du Diamant renferme des cristaux anciens d'un beau violet de ce minéral, pouvant atteindre 1 cm. ; ils sont profondément corrodés, dépourvus de formes géométriques, toujours séparés du magma microlitique par une zone de plagioclases basiques, renfermant des cristallites ou des cristaux d'hypersthène et de spinelle ; ces minéraux, provenant de l'attaque de la cordiérite par le magma, expliquent peut-être l'origine de certaines enclaves existant dans des andésites du Cantal, qui ne renferment pas (ou plus) de cordiérite. J'ai rencontré quelques cristaux de cordiérite dépourvus de cette auréole secondaire dans le basalte à quartz bipyramidé de la pointe Burgos près les Anses d'Arlet.

Parmi les produits des grandes explosions de l'éruption de 1902 à la Montagne Pelée, j'ai recueilli quelques blocs d'une micronorite à hypersthène miarolitique, renfermant de petits cristaux violets de cordiérite. Ce sont là des enclaves homœogènes allomorphes.

Un type plus curieux encore consiste en blocs fissurés, blancs ou noirâtres et ayant l'aspect d'opale impure ; ils sont essentiellement constitués par de très petits cristaux ou des grains de quartz et par des cristaux automorphes de cordiérite, à macles polysynthétiques. Au milieu de ces derniers s'observent parfois des restes d'éléments anciens, montrant qu'il s'agit là de cordiérite et de quartz secondaires, produits par corrosion progressive (sous l'influence de fumerolles) de tous les éléments normaux et particulièrement des feldspaths d'une andésite à

hypersthène ; j'ai donné des photographies et des dessins de ces curieuses roches à cordiérite dans les planches XXVI et XXVII de l'ouvrage précité. Ce mode de formation me paraît nouveau.

ASTROPHYLLITE (T. II, p. 535).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. L'astrophyllite joue dans les syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma le même rôle que la biotite dans le granite.

Dans les facies de variation lujauritiques, riches en ægyrine et en eudialyte, elle se présente en lamelles de 1 cm. de diamètre. Dans les pegmatites, je l'ai observée en cristaux atteignant 6 cm. de diamètre.

Par contre, elle n'existe qu'à l'état microscopique dans les syénites à ægyrine du nord de l'île de Kassa et elle manque totalement dans les syénites néphéliniques à barkévicite.

MÉTASILICATES

PÉROWSKITE (T. I, p. 537).

Madagascar. — La *mélilitite* d'Amparafavola, dont il est question page 752, renferme de la pérowskite comme élément essentiel microscopique.

GROUPE DES PYROXÈNES (T. I, p. 529).

Une erreur de mise en page doit être rectifiée, page 539, au sujet de la position du plan des axes optiques dans le pyroxène. Il faut lire ligne 8 et suivantes « dans les pyroxènes orthorhombiques et les pyroxènes monocliniques, le plan des axes optiques est compris dans la face g^1, mais celle-ci tronque dans les premiers l'angle obtus du prisme et dans les seconds son angle aigu ».

HYPERSTHÈNE (T. I, p. 552).

Madagascar. — De magnifiques clivages d'hypersthène bronzé, extraordinairement plissés, m'ont été rapportés du pays Mahafaly sans indication précise de gisement ; ils proviennent très certainement de norites à grands éléments.

J'ai décrit en effet (*B. S. M.* XXX. 39. 1907 et XXXI. 320. 1908) une curieuse roche de cette famille, une troctolite hypersthénique, constituant dans cette région la butte d'Anabohitsy (voir p. 300 de ce volume).

Afrique Occidentale. — *Guinée et Côte d'Ivoire.* J'ai montré (*C. R.* CIL. 410. 1905) la fréquence dans cette colonie des gabbros hypersthéniques et des norites grenues, ainsi que la présence de l'hypersthène dans un très grand nombre des diabases, qui sont si abondantes dans cette région. J'ai observé dans ces dernières roches des groupements

1. Voir plus loin pour des exceptions à cette règle, qui ont été récemment observées.

perthitiques ou micropegmatiques d'hypersthène et d'un pyroxène monoclinique ; je renvoie à ma note pour l'énumération des localités précises.

Les récoltes pétrographiques, faites récemment par M. Chevalier dans les régions limitrophes de la *Guinée*, de la *Côte d'Ivoire* et de [*Libéria*] m'ont permis de montrer (*C. R.* CL. 18. 1910) que sur une vaste surface, comprise au sud et à l'est du massif schisteux du mont Nimba, dans les hautes vallées du Nuon (Cestos), du Cavally et du Sassandra [pays des Dans (Dyolas) et des Touras], il existe une série pétrographique, comparable à celle de la *charnockite* de l'Inde, comprenant, comme type dominant, des granites à hypersthène, associés à des norites, de plus en plus riches en hypersthène ; ce minéral peut même arriver à prédominer (Zoanlé) dans de véritables *hypersthénites*, qui contiennent un peu de pyroxène monoclinique, de hornblende et de biotite.

Antilles. — *Martinique.* J'ai montré que la caractéristique de toutes les roches volcaniques de la Martinique (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904) est de renfermer de l'hypersthène. Tantôt celui-ci est l'élément pyroxénique unique ou prédominant (dacites, andésites et notamment celle de l'éruption 1902-1903) et tantôt, comme dans les andésilabradorites et les labradorites, celui-ci est accompagné de beaucoup d'augite, avec laquelle il est alors très souvent groupé suivant la loi habituelle ; enfin, j'ai rencontré le même pyroxène en cristaux drusiques, formés par autopneumatolyse, dans les fentes du basalte doléritique de l'îlot des Ramiers (baie de Fort-de-France), qui ne le contient pas à l'état magmatique. Ces faits expliquent pourquoi l'hypersthène est si abondant dans tous les sables de l'île.

L'hypersthène de l'éruption récente de la Montagne Pelée appartient à un type très ferrifère, comparable à l'amblystégite du lac de Laach ; des cristaux sont aplatis suivant h^1 ou suivant g^1, terminés par $b^{1/2}$ (111) ou des pyramides de la zone h^1 $b^{1/2}$. 2 E = environ 113°, d'où 2 V = 58°. La densité est de 3,54. M. Arsandaux a bien voulu en faire l'analyse suivante : SiO^2 50,8 ; Al^2O^3 0,6 ; Fe^2O^3 1,9 ; FeO 25,8 ; MnO 3,3 ; MgO 16,2 ; CaO 1,2 = 99,8.

Guadeloupe et Saintes. Les laves de ces îles se prêtent aux mêmes observations que celles de la Martinique ; elles sont riches en hypersthène.

HYPERSTHÈNE β

Je désigne sous ce nom une modification de l'hypersthène, que j'ai découverte (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 542) dans des andésites à hypersthène rubéfiées de l'éruption de 1902 et dans d'autres plus anciennes, provenant également de la Montagne Pelée.

Les sections h^1 (100), perpendiculaires à la bissectrice aiguë *négative* de l'hypersthène normal, sont celles qui permettent le mieux d'étudier cette question. Sur les bords, et parfois seulement à l'extrémité des cristaux, le minéral est devenu plus biréfringent ; son signe d'allongement est négatif, au lieu d'être positif, comme dans le type normal ; la biréfringence est également augmentée. L'examen en lumière convergente fait voir que dans cette zone périphérique, l'écartement des axes optiques, autour de $\mathbf{n}_p$, est devenu extrêmement grand et, qu'en outre, le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'allongement, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction du plan des axes optiques de l'hypersthène normal. Une bande de compensation sépare ces deux modalités de l'hypersthène, entre lesquelles il n'est pas possible de constater de différences de réfringence ; cette portion, constamment éteinte, est sensiblement uniaxe.

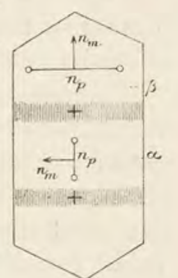


Fig. 1. Groupement d'hypersthène normal (au milieu) et d'hypersthène β. Montagne Pelée.

On peut comparer les relations de cette forme d'hypersthène et de l'hypersthène normal à celles qui existent entre les zoïsites α et β : c'est par suite de cette analogie que je désigne sous le nom d'hypersthène β, ce type à plan des axes normal à g^1 (010).

CLINOENSTATITE, CLINOBRONZITE, CLINOHYPERSTHÈNE

Dans l'étude de la météorite de Saint-Christophe-la-Chartreuse, que j'ai publiée en 1906 dans le *Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Ouest* (tome VI, p. 81), j'ai proposé de désigner sous les noms de *clinoenstatite*, de *clinobronzite* et de *clinohypersthène* des pyroxènes entièrement magnésiens ou ferreux, déjà signalés dans les météorites de Soko Banja et Rittersgrün par MM. Fouqué et Michel-Lévy,

et reproduits synthétiquement par eux : mes savants maîtres les ont décrits sous le nom de *pyroxène magnésien*.

J'ai étudié ces minéraux, non seulement dans la météorite en question, mais encore dans celles des chutes suivantes (celles provenant de France sont écrites en italiques) : Tysnes, *Lancé*, San Giovanni d'Asso, *Saint-Mesmin*, Pultusk, Amana, Limerick, Cabarras, Murcie, *Kerillis*, Renazzo, Deniliquin, Mac Kinney, Sevrukowo, Bénarès, Bjurböle, Kesen, Ornans, Misshoff, Ochansk, Tiesch, Krahenberg, Tennasilm : les chondres de la météorite d'Indarch en sont presque exclusivement constituées.

En même temps, M. Walter Wahl proposait (*Die Entstatitaugite*. Helsingfors 1906. 112) les mêmes noms pour les mêmes minéraux, qu'il étudiait dans les météorites de Mezö-Maràsz et de Bjurböle. Enfin, à la même époque encore, MM. Allen, Wright et Clement ont publié (*Amer. Journ.* XXII. 385. 1906) un important travail sur la synthèse des silicates de magnésium, dans lequel ils ont reproduit le type uniquement magnésien de cette série.

Les résultats de ces divers travaux conduisent à la même conclusion, à savoir qu'il existe des pyroxènes magnésiens ou ferreux, dépourvus de chaux ; ils sont monocliniques et par suite différents de l'enstatite, de la bronzite et de l'hypersthène ; ils n'ont été trouvés jusqu'ici que dans les météorites.

Les paramètres du type magnésien synthétique, obtenu par les auteurs américains, sont pour c assez différents de ceux du diopside ($a : b : c : = 1,033 : 1 : 0,77$). La densité est plus forte (3,192) que celle du type orthorhombique correspondant à l'enstatite (3,175) synthétique.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques *perpendiculaire* à g^1 (010) ; dans les sections transversales, sa trace est parallèle à celle de h^1 (100) ; dans g^1 (110), $\mathbf{n}_g$ fait, avec l'axe vertical, un angle plus faible que dans le diopside (22° dans le type magnésien théorique, 24° en moyenne dans les clinobronzites d'après mes mesures, 28° dans les échantillons étudiés par M. Wahl). L'écartement des axes est très grand autour de la bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$).

L'une des caractéristiques essentielles de ces pyroxènes réside dans la constance d'une macle polysynthétique (à bandes très fines), parallèle à h^1 : elle trouble beaucoup l'étude des propriétés optiques. Les auteurs américains ont pu mesurer les indices de la clinoenstatite synthétique : $\mathbf{n}^g = 1,658$, $\mathbf{n}_m = 1,652$; $\mathbf{n}_p = 1,647$; $\mathbf{n}_g$

$-n_p = 0{,}011$. La biréfringence de tous les échantillons que j'ai étudiés dans les météorites oscille autour de ce nombre.

Enfin, il me reste à signaler que dans les météorites que j'ai examinées, ces clinopyroxènes sont très souvent géométriquement groupés autour d'un pyroxène monoclinique plus biréfringent non maclé ; la planche V de mon mémoire précité représente les photographies microscopiques de ces groupements, qui n'ont pas été signalés par les auteurs, dont je viens de rappeler les noms.

Par contre, MM. Allen, Wright et Clement ont obtenu dans leurs expériences des groupements réguliers de clinoenstatite et d'enstatite. Ils ont fait voir en outre que l'on obtient par fusion la clinoenstatite en faisant cristalliser un verre, ayant la composition convenable un peu au-dessous de son point de fusion (1521°C.) et que l'on peut transformer l'enstatite en clinoenstatite en chauffant celle-ci entre 1150° et 1350°. Ils ont conclu de ces résultats et de l'existence de ce minéral dans les météorites que celles-ci ont été probablement refroidies rapidement d'une très haute température initiale.

J'ai tiré d'expériences synthétiques (dans lesquelles j'ai également obtenu la clinoenstatite et le clinohypersthène par transformation de la forme orthorhombique naturelle), ainsi que de l'observation directe des météorites, une conclusion un peu différente. Il est à noter en effet que dans les météorites pierreuses, la clinoenstatite et la clinobronzite sont absentes des types ne présentant pas la structure cataclastique (erxlébénite), ils sont presque localisés dans les chondrites très déformées mécaniquement. Il me semble que ces roches, après avoir été déformées, ont subi un réchauffement jusqu'au voisinage du point de fusion de l'enstatite, qui a permis l'inversion de celle-ci : cette opinion me paraît toujours la plus vraisemblable.

PIGEONITE

(ENSTATITE-AUGITE)

Certaines diabases et quelques autres roches renferment, soit seul, soit associé à de l'augite normale, un pyroxène, généralement de couleur claire, parfois verdâtre ou incolore et alors pléochroïque, qui est essentiellement caractérisé par la petitesse de l'angle de ses axes optiques autour de la bissectrice aiguë, qui est *positive* n_g (avec $\rho < v$).

Cet angle est variable, dans un même cristal, il peut même devenir nul, le minéral est alors sensiblement uniaxe : dans des cas

plus rares, le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1, avec axes toujours peu écartés et $\rho > v$.

Ces propriétés sont les conséquences d'une composition chimique spéciale, caractérisée par une teneur en calcium beaucoup plus faible que dans les pyroxènes ordinaires, et par suite une richesse plus grande en magnésium et en fer.

M. A. N. Winchell a décrit un de ces pyroxènes spéciaux sous le nom de *pigeonite* (*Amer. Géol.* XXVI. 199. 1900); M. Rosenbusch a proposé (*Mikrosk. Phys.* I. 206. 1905) celui de *magnesiumdiopsid* (déjà employé par Cohen pour dénommer le minéral décrit plus haut sous le nom de clinoenstatite). Enfin, plus récemment, M. Walter Wahl a fait une étude très complète (*Die Enstatitaugite.* Helsingfors. 1906) de ces pyroxènes, qui, en réalité, ne constituent pas un minéral unique, mais une série présentant de grandes variations de composition. M. Wahl les considère comme formés par des mélanges isomorphes de diopside ou d'augite, avec des composés $MgSiO^3$ et $FeSiO^3$, monocliniques, à plan des axes optiques normal à g^1 et angle des axes très grand : il appelle cette série (qui n'est pas nécessairement continue), celle des *enstatitaugites*, en désignant ses termes particuliers sous les noms d'enstatitdiopside, diopsidenstatite, hypersthènaugite, augithypersthène etc., dont l'énoncé fait comprendre la signification. Dans l'impossibilité où l'on se trouve de préciser exactement la place dans cette série d'un pyroxène déterminé sans une analyse chimique complète, il me paraît plus commode d'employer pour nom du groupe celui de *pigeonite*, qui, d'ailleurs, a la priorité.

J'ai rencontré des minéraux de cette série dans quelques diabases françaises (Ville-Guillaume en Combourg (*Ille-et-Vilaine*), en particulier, dans celles de la *Guinée*.

M. Wahl a trouvé ces types de pyroxènes dans la météorite (eukrite) de Juvinas ; le plan des axes y est tantôt dans g^1 (avec $\rho < v$ autour de $\mathbf{n}_g$) et tantôt perpendiculaire (avec $\rho > v$).

DIOPSIDE AUGITE

Bretagne. — Une erreur de mise en pages a fait indiquer à la page 584, les filons de granulite à diopside de Saint-Brevin comme se trouvant dans l'*Ariège*, alors qu'ils se rapportent à la ligne précédente, consacrée à la *Loire-Inférieure*.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. J'ai exploré à nouveau le gisement d'augite du Puy de la Rodde décrit page 595 ; les cristaux y sont extraordinairement abondants, généralement isolés ; j'en ai recueilli environ mille en une heure, sur lesquels 120 sont constitués par des macles suivant h^1 et les autres par des cristaux simples.

Nous avons décrit (*C. R.* CXXVI. 1529. 1898), M. P. Gautier et moi, une ancienne fumerolle, qui a traversé aux environs de Royat, une coulée et des scories basaltiques, renfermant de très nombreuses enclaves granitiques fondues. Des cristaux aciculaires d'augite acmitique, jaune d'or, ou ægyrinique verte et même d'ægyrine, parfois maclés suivant h^1, sont, avec l'hématite, les minéraux néogènes les plus fréquents. Ces pyroxènes sont parfois associés sur les cendres à de l'apatite, de la biotite, du labrador, et sur les enclaves granitiques à de l'orthose sodique. Les houppes délicates de ces pyroxènes sont quelquefois implantées entre les grains de scories et le moindre souffle les met en liberté.

Des cristaux des mêmes minéraux accompagnent l'hématite dans les scories basaltiques altérées par les fumerolles du Puy de la Vache, dans les fentes des domites du Puy-de-Dôme, dans les trachytes à sanidine du Puy de la Tache au Mont-Dore, où ils ont quelquefois été pris pour du sphène.

Haute-Vienne. Les cipolins observés au milieu des carrières de kaolin de Coussac-Bonneval renferment des nodules d'un diopside jaunâtre, remarquable par l'abondance de ses macles polysynthétiques suivant h^1 (100).

Tahiti. — Il existe dans cette île des basaltes renfermant de grands phénocristaux d'augite aplatis suivant h^1, allongés suivant l'axe vertical, souvent maclés suivant h^1, dont la forme est comparable à celle de l'augite des basaltes demi-deuil du Mont-Dore ; à signaler en particulier ceux des vallées de Papenoo et de Fautaua.

Comores. — De beaux cristaux d'augite du type de ceux du Puy de la Rodde abondent dans les scories basaltiques d'Anjouan.

Madagascar. — Des cristaux semblables aux précédents se rencontrent dans les tufs basaltiques de la Grande Ile (et aussi des environs d'Antsirabé, Antsirané, etc.).

De belles masses de diopside complètement blanc, à plans de séparation suivant p, abondent dans les cipolins de la vallée de la Kiranomena

(Betsiriry). La même variété est fréquente dans les cipolins situés à l'ouest du Mont Bity et se prolongeant au sud, cipolins métamorphisés par le granite et par les pegmatites à tourmaline polychromes (Antandrokomby, Maharitra, etc.); il y est accompagné de trémolite.

Le diopside vert se rencontre dans tous les cipolins de la Grande Ile; je citerai comme particulièrement intéressante une variété en grands cristaux du pays Mahafaly (rive gauche du Manankaralahy, sur la route d'Ampanihy à Ejeda).

Pyrénées. — Les contacts des calcaires et du granite (tome I, p. 599) sont très riches en beaux échantillons de diopside incolore, gris ou vert, formant des masses laminaires ou des cristaux distincts allongés suivant *c* : Lac de Caillaouas (*Hautes-Pyrénées*), Notre-Dame de Salinas, masses grenues bordées de chondrodite, environs de Montlouis (*Pyrénées-Orientales*), env. de Carniès (*Ariège*) (dans cipolins) etc.

La collection du Muséum renferme un diopside vert foncé rappelant celui de Cabre (*Ariège*) (tome I, p. 607), mais plus foncé et indiqué comme provenant du val de Bitet, près des Eaux-Chaudes (*Basses-Pyrénées*).

Afrique occidentale. — *Guinée.* Le massif du Kakoulima renferme une *wehrlite* très fraîche et des gabbros, à grands cristaux de diallage, rappelant ceux des Alpes; ce diallage, à éclat métalloïde, est intact. Ces roches sont apparentées avec les norites, dont il est question plus haut page 763.

Dahomey. M. Hubert a rencontré dans les cipolins du Mont Zon des agrégats de forstérite et de diopside, en partie transformés en antigorite. La roche résultante a une couleur uniforme, jaune paille. Il existe aussi dans cette région des quartzites à diopside (*Mission au Dahomey.* 1908. 500).

5° *Dans les gisements métallifères.*

Bretagne. — *Finistère.* Des Cloizeaux a signalé (*op. cit.*, I, 57) des cristaux de diopside dans la limonite caverneuse de Huelgoat renfermant l'embolite. Je n'ai malheureusement pas pu retrouver d'échantillons provenant de ce gisement, qui est singulier.

6° *Dans les produits d'incendie.*

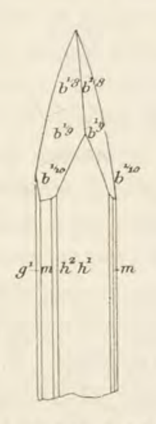
Antilles. — *Martinique*. Les roches refondues par l'incendie de Saint-Pierre (1902) sont riches en augite néogène. Une mention spéciale est due à l'augite acmitique formée dans les types de laves secondaires endomorphisées par le contact de verre fondu (voir à *wollastonite*).

ÆGYRINE (T. I, p. 610).

Corbières. — *Aude*. J'ai rencontré l'ægyrine verte et jaune (*acmite*) comme élément essentiel de la syénite néphélinique de Fitou.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. L'ægyrine et l'augite ægyrinique abondent dans des enclaves trachytiques très-cristallines des rhyolites de Lusclade dans le massif du Mont-Dore. Elles accompagnent la riebeckite dans les trachytes quartzifères bostonitiques du funiculaire de la Bourboule.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Les syénites néphéliniques des îles de Los comportent un type à ægyrine, représenté surtout dans



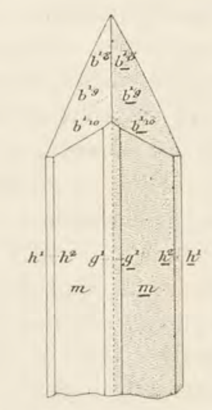


Fig. 1 et 2.

Ægyrine aciculaire de l'île de Rouma.

Macle suivant h^1 (100) de l'ægyrine de l'île de Rouma.

l'île de Rouma, mais existant aussi dans celle de Foutabar (Tamara) et dans le nord de l'île de Kassa.

Dans les types normaux, l'ægyrine est en moyenne postérieure aux feldspaths, mais, dans des enclaves lujauritiques du nord de Rouma, elle est aciculaire. De nombreux accidents pegmatiques renferment des cristaux d'ægyrine de plusieurs centimètres ; quand on y trouve de

grosses masses d'analcime, celles-ci contiennent presque toujours des cristaux contemporains d'ægyrine, très allongés suivant l'axe vertical, aplatis suivant h^1 (100), sauf quand ils sont maclés suivant cette face et présentant en outre dans la zone verticale, m (110) et h^2 (310) : il est difficile de les isoler avec leurs sommets, qui sont constitués par des pyramides très aiguës, oscillant entre $b^{1/10}$ ($\bar{5}51$) et $b^{1/8}$ ($\bar{4}41$) ; les macles suivant h^1 ne sont pas fréquentes. Les figures 1 et 2 représentent la forme de ces cristaux, sur lesquels j'ai pris les mesures suivantes :

	Angles calculés.	Angles mesurés.
mm	87°20′	87°
mh^2	153°17′	152°59′

	Angles calculés.	Angles mesurés.
$mb^{1/10}$	155°29′	156°
$mb^{1/9}$	164°29′	164°50′
$mb^{1/8}$	161°47′	161°10′

L'ægyrine verte de cette région passe fréquemment à une variété brune ou jaune verdâtre (*acmite*).

Sahara. — *Aïr*. La mission Foureau a recueilli des granites à ægyrine à Iférouane, des phonolites à ægyrine au pied du plateau du Tassili.

Afrique occidentale. — *Soudan*. Des granites et microgranites à ægyrine et amphiboles sodiques se rencontrent à Zinder et constituent de nombreux pointements, émergeant du sable du désert dans le Mounio, notamment aux environs de Gouré. Je les ai décrits (*C. R.* CXL. 22. 1905), d'après des échantillons rapportés par la mission Moll.

Depuis lors, M. Garde en a complété l'étude et a montré leur grand développement et leur association à des granites et à des rhyolites de même composition (*C. R.* CXLIX. 43. 1909) ; il a en outre trouvé dans le granite de Zinder un filon de *grorudite*, riche en ægyrine aciculaire.

Région du Tchad. Au Sud du Tchad, des rhyolites à ægyrine, décrites par M. L. Gentil, d'après des récoltes de M. Lacoin (*C. R.* XXXIX. 46. 1904), constituent le rocher d'Hadjer-el-Hamis (el-Khémis).

La mission Lenfant a recueilli (Hubert. *C. R.* XXXIX. 378. 1904) aux chutes du M'Bourao, dans le lit du Mayo-Kabi, affluent de la Bénoué, des rhyolites à ægyrine, semblables aux précédentes.

Côte d'Ivoire. Parmi les échantillons que M. Chevalier m'a rapportés du Haut Baoulé, se trouve un granite rose à microcline, albite, amphibole sodique et ægyrine ; il a été recueilli entre Dialacora et Buandougou.

Madagascar. — J'ai décrit de nombreuses roches à ægyrine provenant de Madagascar.

Des granites et des syénites à ægyrine notamment se trouvent dans l'Ambongo, au milieu du massif de l'Ambohitrosy (*C. R.* CXXX. 1208. 1910).

De magnifiques granites rubanés à ægyrine constituent des filons au milieu des sédiments liasiques d'Ampasibitika (baie d'Ampasindava) qu'ils métamorphisent ; certains types sont extrêmement riches en ægyrine aciculaire, d'autres renferment aussi de la riebeckite. (*Nouv. Arch. Muséum* IV. 1902. et V. 1903).

De nombreuses syénites néphéliniques à ægyrine se trouvent dans la même région, ainsi qu'à l'île de Nosy komba et dans le massif du Mont Bezavona, etc. ; elles paraissent en général postérieures aux syénites néphéliniques à barkévicite.

L'ægyrine existe aussi sous forme aciculaire dans les tinguaites de cette même région. Dans les phonolites néphéliniques, qui y sont abondantes, elle est parfois aciculaire (environs de Diego Suarez), mais plus souvent elle forme de petits grains ou des plages pœcilitiques ; une phonolite particulièrement intéressante à ce dernier point de vue est celle d'Antsoa. Enfin, des phonolites, ainsi que des trachytes à ægyrine, abondent dans le massif central de l'île (Monts Vontovorona, Iankiana, etc.).

Tahiti. — Parmi les roches néphéliniques de cette île, je n'ai trouvé l'ægyrine que dans les tinguaites de la vallée de Papenoo, où elle se présente sous la forme aciculaire habituelle.

Dans les produits d'incendie.

Antilles. — *Martinique*. J'ai observé la formation d'augite ægyrinique ou acmitique et d'ægyrine dans les produits de la fusion du verre et d'objets en fer avec les cendres et les murs d'andésite des maisons incendiées de Saint-Pierre, à la suite de l'éruption de 1902. (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904.)

JADÉITE, CHLOROMÉLANITE (Tome I, p. 613).

J'ai indiqué page 615 que le pyroxène de certaines des éclogites de la Loire-Inférieure est si voisin de la jadéite que c'est certainement dans ces roches qu'il y a lieu de rechercher l'origine des haches en jadéite et en chloromélanite, abondantes dans les gisements néoli-

thiques d'une grande partie de la France et notamment de la Bretagne.

La démonstration d'une semblable hypothèse, appliquée aux Alpes, est devenue définitive grâce aux découvertes de M. Piolti (*Att. R. Accad. sc. Torino*, XXXIV, 1899), de M. Franchi [(*Boll. Com. geol. ital.*, 1900 ; *Boll. Soc. geol. ital.*, XXII. 130. 1903 et *Atti Congr. intern. sc. stor. Roma*, 1903 (V. 357. 1904)], puis de MM. Novarese et Stella (*Boll. Soc. geol. ital.*, *op. cit.*, 135 et 142).

Il résulte des observations de ces géologues qu'il existe au moins trois zones, dans lesquelles on rencontre, associées et passant les unes aux autres, des éclogites et des roches constituées par de la jadéite ou de la chloromélanite.

Dans les Alpes Cottiennes, Graies, et Pennines, puis dans l'Apennin Ligure, elles forment des masses lenticulaires, associées à de la serpentine, à des gabbros et à des amphibolites de la zone des *pierres vertes* (Région du mont Viso entre la vallée de Varaita et celle de Pellice, puis entre la Dora Riparia et l'Orco ; enfin vallée moyenne d'Aoste)[1].

Dans les Préalpes piémontaises (notamment entre la vallée de Maira et celle de Susa), puis dans les contreforts du mont Rose, les mêmes roches forment de petites lentilles au milieu des micaschistes sous-jacents aux pierres vertes.

Enfin, une bande très importante du même genre se trouve, encore dans les micaschistes, au bord de la zone diorito-gabbroïque d'Ivrée, à travers la vallée de l'Orco et celle de Sesia.

Tous ces gisements sont situés dans le *Piémont*, mais l'abondance des blocs des mêmes roches dans les vallées françaises des Alpes Cottiennes (Ubaye, Durance, Guil, Arc), et dans les vallées des affluents de gauche du Rhône (en *Suisse*, dans celles de Bagne et de Zermatt) montre que les conclusions, qui viennent d'être indiquées, ne s'appliquent pas seulement au versant italien ; il est bien vraisemblable en outre qu'il faut les étendre à la *Corse*.

A peine est-il besoin de souligner l'importance de ces faits au point de vue archéologique ; ils ruinent l'hypothèse, si longtemps admise, de l'origine asiatique des haches préhistoriques en jadéite et en chloromélanite de notre pays.

1. La jadéite du mont Viso et de Saint-Marcel (recueillie par Bertrand de Lom) a été analysée par Damour, mais il n'existait pas d'observations précises sur son gisement.

TRIPHANE (T. 1, p. 617).

Madagascar. — L'exploration du massif du Mont Bity à Madagascar a permis de fixer la provenance du triphane rose, dont il a été question à la page 618 du tome I et qui y a été indiqué comme faisant partie d'un lot de béryl rose, de quartz, et de tourmaline provenant de Farafatrana sur la côte orientale de l'île ; il s'agissait là simplement du port d'embarquement.

La première mention de la découverte en place de ce minéral à Antandrokomby est due à M. Dabren (*Bull. acad. malgache* IV. 1905-1906). J'ai moi-même décrit ce triphane (*B. S. M.* XXXI. 239. 1908 et XXXIII. 51. 1910), d'après des échantillons, que je dois à MM. Fürst, Baret et Tirlet : ils proviennent de ce premier gisement et surtout de deux autres.

Le triphane se trouve à Madagascar sous deux aspects. De grands cristaux rosés ou verdâtres, pierreux, translucides seulement sous une faible épaisseur, constituent un élément essentiel[1] de la pegmatite d'Antandrokomby ; il y est associé à du quartz, du microcline, de l'albite, des tourmalines polychromes ; il englobe parfois des cristaux de rhodizite et de microlite.

Le triphane transparent, parfaitement limpide, incolore, jaune verdâtre, parfois rosé, se rencontre dans les pegmatites à tourmalines polychromes de Maharitra (voir page 690), alors que la variété d'un rose violacé, comparable à la *kunzite* de Californie, se trouve surtout dans la carrière voisine d'Ampasihiatra. Dans ces deux gisements, le triphane forme des cristaux homogènes pouvant dépasser un décimètre de longueur ; ils sont engagés dans un kaolin résultant de leur décomposition et de celle des feldspaths, qui leur servent de gangue : ils sont toujours limités par des clivages *m*, creusés de profondes cavités de corrosion que représente la figure 1.

Ces cristaux de triphane appartiennent certainement à deux types, l'un allongé, l'autre raccourci suivant l'axe *c*. Il n'existe que très rarement des plans cristallins autres que *m* ; j'ai trouvé seulement un petit cristal raccourci suivant l'axe vertical présentant des faces h^1, h^x et une large face $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) ; il existe fréquemment des surfaces courbes, pro-

1. Dans les lames minces de roches, le triphane ressemble au diopside, mais avec une biréfringence moindre.

duites également par corrosion. L'aspect de ces cristaux à surface corrodée et brillante rappelle celui des cristaux du béryl du Limousin altérés par le même mécanisme.

Je donne en *a* la moyenne que j'ai publiée antérieurement, de deux

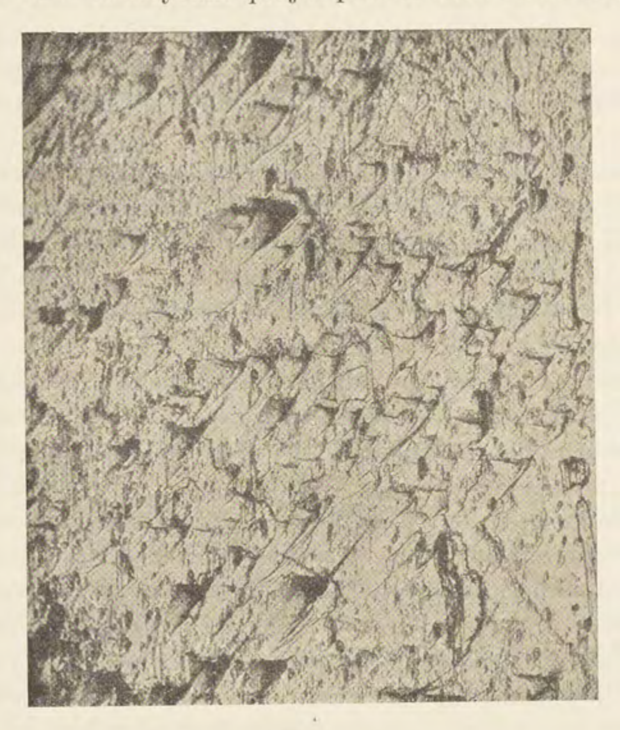


Fig. 1.
Figures de corrosion d'une face *m* (110) de triphane de Maharitra. L'arête *mm* antérieure (110) (1$\bar{1}$0), est parallèle au bord gauche de la figure.

séries de mesures des indices (Na), faites sur des cristaux différents, puis celles effectuées par MM. Duparc, Wunder et Sabot (*Mém. soc. phys. Genève*, XXXVI. 402. 1910), pour la même lumière : variétés, rose (*b*), incolore (*c*), verdâtre (*d*).

	a	*b*	*c*	*d*
n_g =	1,6750	1,6758	1,6755	1,6815
n_m =	1,6645	1,6653	1,6648	1,6712
n_p =	1,6588	1,6603	1,6604	1,6682
$n_g - n_p$ =	0,0162	0,0155	0,0151	0,0133
2 V =	73°58′	68°54′	65°30′	55°57′
Densité,	3,16	3,177	3,169	3,187

Les savants genevois ont donné les analyses suivantes de *b*) et de *d*).

	b	*d*
SiO^2......	63,85	62,21
Al^2O^3.....	29,87	29,79
Fe^2O^3....	0,15	2,48
MnO.....	tr.	tr.
CaO......	0,52	0,50
MgO.....	0,13	tr.
Li^2O.....	3,76	4,02
Na^2O.....	0,98	1,03
K^2O......	0,13	0,21
P.f........	0,37	0,25
	99,76	100,51

Ce minéral fournit une jolie pierre précieuse, mais qui est difficile à tailler, à cause de la facilité des clivages prismatiques.

Le triphane transparent et notamment une variété rose, semblable à celle d'Ampasihiatra, se rencontre avec les mêmes minéraux (béryl, hambergite, rubellite, etc.) à Anjanabonoina dans la région de Betafo. La variété lithoïde accompagne la rubellite à Antsangambato, d'après M. Duparc.

WOLLASTONITE (T. I, p. 619).

L'indication fournie page 620 sur la recristallisation de la wollastonite après fusion au chalumeau est inexacte. C'est la *pseudo-wollastonite* qui cristallise dans ces conditions. MM. Allen et White ont montré que cette dernière fond à 1502°C. et qu'elle se transforme à 1150° (sans fondre) en wollastonite monoclinique.

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai rencontré (*B.S.M.* XXI. 272. 1898) à la base du roc Blanc, au fond de la petite vallée de Barbouillères (région de Quérigut), une aplite à microcline renfermant, comme élément essentiel, régulièrement distribué, des aiguilles, d'un blanc jaunâtre de wollastonite (en voie de transformation en calcite) et du diopside ; cette aplite, qui traverse des cornéennes à grenat résultant du métamorphisme d'un calcaire par le granite, me paraît d'origine pneumatolitique ; la wollastonite et le diopside seraient dus à une réaction de la paroi calcaire.

Vosges. — Le gisement, dont il est question page 622, est Essey-la-Côte.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai recueilli de belles masses fibrolamellaires de wollastonite dans les contacts granitiques du lac de Caillaouas.

Madagascar. — La wollastonite n'est pas rare dans les cipolins à pyroxène et à wernérites.

Dans les produits d'incendie.

Antilles. — *Martinique*. J'ai étudié en détail (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904) les produits de recristallisation des objets en verre, fondus dans l'incendie de Saint-Pierre, soit seuls, soit mélangés avec des cendres, des objets métalliques, etc., eux-mêmes fondus.

Lorsque le verre (bouteilles, vitres, etc.) n'a été que simplement ramolli, le produit cristallisé est la *réaumurite* décrite plus loin. Quand la température a été suffisante pour fondre complètement le verre et le rendre bulleux, il se forme de jolis cristaux de wollastonite, qui sont quelquefois macroscopiques [p (001) g^1 (010) $o^{1/2}$ (201) $a^{3/2}$ ($\bar{2}03$) avec allongement suivant b]. Ils sont accompagnés d'un pyroxène sodique (augite sodique ou ægyrine), lorsque le verre a fondu avec des objets en fer et avec des cendres. La présence du cuivre ne se manifeste que par la coloration bleue donnée à la portion restée vitreuse : celle-ci est toujours considérable comparativement à la wollastonite.

Des expériences des savants américains citées plus haut, on peut conclure que ces verres à wollastonite ont été portés à une température inférieure à 1150°C., puisque celle-ci est le point d'inversion de la wollastonite.

RÉAUMURITE

On sait depuis longtemps que le verre maintenu pendant un certain temps à une température voisine de celle de son ramollissement se transforme en une matière blanche, opaque, qui a reçu le nom de *porcelaine de Réaumur*, du nom du savant qui, le premier, l'a étudiée.

J'ai montré (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 621, et pl. XXXVII, fig. 5) que ce produit est cristallisé, orthorhombique, que ses cristaux sont allongés suivant c, et aplatis parallèlement au plan des axes optiques, compris dans la zone verticale. La bissectrice aiguë est *posi-*

tive et parallèle à *c* ; l'écartement des axes est petit ; $\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}009$ environ.

Ce produit est facilement attaquable par les acides ; il a été impossible de le séparer d'un faible résidu vitreux au milieu duquel il est noyé, mais il est vraisemblable qu'il a une composition très voisine de celle du verre, et par suite se rapproche plus ou moins de la composition $3SiO^2 (Ca,Na^2)O$; ce n'est donc que par analogie d'origine avec la wollastonite du verre que je le place ici.

Bien que cette substance ne se trouve pas dans la nature en dehors des produits de l'activité humaine, on peut la considérer cependant comme un minéral, que j'ai appelé la *réaumurite* (*La Montagne Pelée après ses éruptions*. 1908. 134), car je l'ai vue se former dans des conditions naturelles, au cours de l'incendie de Saint-Pierre (*Martinique*), ainsi qu'à Boscotrecase dans les maisons envahies par la coulée de leucittéphrite de l'éruption du Vésuve en 1906.

LÅVENITE (T. I, p. 625).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'île de Rouma mérite de devenir classique comme gisement de låvénite ; ce minéral y est un élément essentiel de la syénite néphélinique à ægyrine et astrophyllite ; il y est souvent aussi abondant que ces deux minéraux et y est macroscopique.

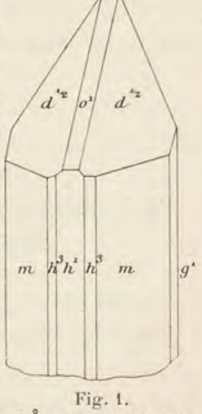


Fig. 1. Låvenite de l'île de Rouma.

A l'inverse de ce qui a lieu d'ordinaire dans la plupart des gisements de ces roches, la låvénite n'est pas toujours un élément ancien ; souvent comme tous les autres minéraux colorés, elle est postérieure aux feldspaths qu'elle moule et alors elle n'a pas de formes distinctes. Elle se présente sous deux variétés ; l'une d'un brun rouge, l'autre jaune pâle. La variété foncée possède parfois des formes déterminables *m* (110), h^1 (100), g^1 (010), h^3 (210), $d^{1/2}$ (111) et plus rarement o^1 (101) (fig. 1) ; les macles h^1 (100) polysynthétiques sont fréquentes, mais ne sont constituées que par un petit nombre d'individus.

La seconde variété est moins abondante ; elle est jaune paille. Les macles suivant h^1 sont extrêmement répétées et déterminent une structure lamellaire suivant le plan de macle.

M. Grünch a signalé (*Z. d. d. g. g. XXXIX.* 96. 1887) dans l'île de Kassa une låvenite à pléochroïsme anormal ($\mathbf{n}_g$ = jaune rouge, $\mathbf{n}_p$ = jaune clair), que je n'ai pas rencontrée.

RINKITE (T. I, p. 628).

Propriétés optiques. Une erreur de mise en pages, déjà signalée dans un errata, a introduit page 629 (ligne 10) une erreur qu'il faut rectifier ainsi. « La bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), est presque perpendiculaire au clivage h^1 ; dans g^1, l'indice $\mathbf{n}_m$ fait un angle de 7° environ avec l'axe vertical. »

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Tandis que dans certaines régions, la rinkite accompagne la låvenite dans des syénites néphéliniques, aux îles de Los, ces deux minéraux s'excluent d'ordinaire.

Absente des types à ægyrine, sauf dans des blocs recueillis non en place sur le bord de la mer à Konakry (côte de *Guinée*), la rinkite en petits cristaux microscopiques est abondante dans la syénite néphélitique à barkévicite. Dans un type très leucocrate du Nord de l'île Foutabar, ces petits cristaux forment même des agrégats d'un jaune citron de plusieurs centimètres de diamètre.

BABINGTONITE [1]

x (Ca,Fe,Mn) SiO^3. y $Fe^2(SiO^3)^3$.

Triclinique $mt = 87°24'$

$b : c : h = 1000 : 1118,80 : 457,30$ D = 724,89 d = 774,95

Angle plan de p = 86°10′
— m = 93°48′
— t = 112°22′

[$a : b : c$: = 1,06906 : 1 : 0,63084. (Dauber).
yz = 104°21′ zx = 108°30′ xy = 83°34′]

Formes et facies. La babingtonite se présente en cristaux généra-

1. A placer, dans la systématique, après la *rhodonite*, T. I. p. 632.

lement raccourcis, rappelant dans la zone verticale ceux des pyroxènes ; les faces de la zone *p* (001) *t* (110) sont striées parallèlement à leur intersection mutuelle. Ce minéral forme aussi des masses grenues ou miarolitiques.

Clivages. Clivages, parfait suivant *m* (1$\bar{1}$0), facile suivant *t* (110). Cassure subconchoïdale.

Dureté, 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 3,35 à 3,38.

Coloration et éclat. Noire, transparente seulement en lames minces, et alors de couleur verte.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est voisin de *t* (110) et par suite presque normal à *m* (1$\bar{1}$0) ; l'extinction est de 31° sur g^1 (010), de 44° sur h^1 (100).

$$2\,V = 60 \text{ à } 65^\circ \quad N = 1,72 \quad n_g - n_p = 0,03 \text{ env.}$$

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très énergique dans les teintes suivantes :

n_g = vert foncé.
n_m = jaune ou brunâtre.
n_p = vert clair.

Composition chimique. Dans la formule *x* (Ca,Fe,Mn) SiO^3. *y* $Fe^2(SiO^3)^3$, le rapport des deux termes oscille entre 9 : 1 et 6 : 1.

Essais pyrognostiques. Fond facilement au chalumeau en un globule noir, magnétique. Inattaquable par les acides.

Diagnostic. Le minéral ressemble à un pyroxène très ferrifère.

L'examen optique permet d'établir le diagnostic, grâce aux propriétés, qui sont celles d'un minéral triclinique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La babingtonite est rare dans la nature ; elle se rencontre dans quelques gisements ferrifères et dans les géodes du granite de Baveno. Par contre, elle se forme assez fréquemment dans les produits métallurgiques et au cours d'incendies ; c'est dans la dernière de ces conditions que j'ai à l'étudier [1].

1. J'ai observé des scories riches en babingtonite dans les débris de la démolition du foyer très usagé d'une usine de menuiserie de Paris, n'utilisant que le bois comme combustible.

Antilles. — *Martinique*. Dans les produits de l'incendie de Saint-Pierre, j'ai rencontré des masses assez miarolitiques de babingtonite, associées à de la magnétite, à de la pyrrhotite et englobant des objets de fer intacts (action du mortier sur les produits de la fusion des cendres avec des objets métalliques oxydés). Cette roche spéciale était séparée de l'andésite (des murs) refondue par une zone riche en bytownite et en mélilite, également d'origine métamorphique. (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, 633 et pl. XXIX, fig. 6.)

HIORTDAHLITE[1]

$4Ca(Si,Zr)O^3 . Na^2ZrO^2F^2$

Triclinique. $mt = 90°5'$

$b : c : h = 1000 : 708,00 : 248,65$ D $= 708,00$ d $= 705,10$

Angle plan de $p = 90°13'$

— $m = 90°53'$

— $t = 89°59'$

$$\left[\begin{array}{l} a : b : c = 0,99835 : 1 : 0,35123 \text{ (Brögger)}, \\ yz = 89°22' \quad zx = 90°37' \quad xy = 90°5' \end{array} \right]$$

Macles. Macles polysynthétiques, souvent extrêmement fines, avec rotation suivant c et h^1 (100) comme plan d'association.

Formes et facies. Les cristaux sont constitués par des lames aplaties suivant h^1 ou plus rarement suivant g^1, allongées suivant l'axe c terminés par o^1 (101), $d^{1/2}$ ($1\bar{1}1$).

Dureté. 5 à 6,6. Très fragile.

Densité. 3,28.

Coloration et éclat. Jaune de diverses nuances; plus rarement brunâtre. Éclat vitreux sur les faces, gras dans la cassure.

Propriétés optiques. Le plan des axes optiques est voisin de $d^{1/2}$ ($1\bar{1}1$). Dans h^1, extinction de 25° par rapport à l'axe c et de 15° dans g^1. Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$), un peu oblique sur h^1 (100).

Pléochroïsme. Le pléochroïme est faible avec :

$\mathbf{n}_g$ = jaune vineux.
$\mathbf{n}_p$ = jaune clair.
$\mathbf{n}_p$ = incolore.

1. A placer, dans la systématique, après la *babingtonite*.

Composition chimique. La formule donnée plus haut est celle établie par M. Brögger pour la hiortdahlite. M. Prior a proposé la formule $3CaSiO^3$. [Ca(F.OH)] $NaZrO^3$ pour la guarinite, dans un mémoire (*Min. Mag.* XV. 248. 1909), publié en collaboration avec M. Zambonini, et consacré à la démonstration de l'identité de ces deux minéraux.

Essais pyrognostiques. Fond en un émail blanc. Fait gelée avec les acides : la solution chlorhydrique donne avec le papier de curcuma la réaction de la zircone.

Diagnostic. Se distingue par les propriétés optiques de la wœhlérite, ainsi que par l'absence d'une quantité notable d'acide niobique et par l'abondance de la zircone.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hiortdahlite se trouve dans les syénites néphéliniques du Langesundfjord et dans les sanidinites de la Somma (*guarinite*).

Afrique occidentale. — *Iles de Los.* Je crois pouvoir rapporter à la hiortdahlite, d'après ses propriétés optiques, un minéral, qui est assez abondant comme élément microscopique d'une syénite néphélinique à biotite de l'île de Kassa ; je ne l'ai rencontré dans aucune des syénites à ægyrine ; les silicozirconates de celles-ci sont l'eudialyte et la låvenite.

WŒHLÉRITE (T. I, p. 627).

Afrique Occidentale. *Iles de Los.* J'ai rencontré la wœhlérite dans les pegmatites de syénites néphéliniques à barkévicite de l'île de Foutabar ; elle s'y présente même sous forme macroscopique, en plages translucides, d'un jaune pâle possédant un éclat résineux.

L'identification avec la wœhlérite est rendue certaine, grâce à une propriété optique, sur laquelle il est bon d'appeler l'attention. La wœhlérite possède une macle suivant un plan parallèle à la face d'aplatissement h^1 (100) ; le plan des axes optiques étant normal à g^1 (010) et la bissectrice aiguë *négative* faisant dans cette face, un angle d'environ 45° avec c, il en résulte qu'une section perpendiculaire à la bissectrice aiguë de l'un des individus de la macle est conjuguée à une section du second cristal,

sensiblement parallèle au plan des axes optiques. Des sections de ce genre se reconnaissent immédiatement, grâce à la différence de biréfringence (n_g-n_m = 0,010 et n_g—n_p = 0,026) des deux composants, dont l'extinction se fait suivant la ligne de macle (zone de symétrie).

GROUPE DES AMPHIBOLES

ANTHOPHYLLITE-GÉDRITE (T. I, p. 635).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* Tous les échantillons de gédrite existant dans les collections proviennent d'un bloc éboulé dans la vallée de Héas, qui se trouve à 2 km. environ du village de Gèdres ; il a été presque entièrement débité par les voyageurs. Il paraît provenir du Coumély, formé par des schistes dévoniens supérieurs métamorphisés par le granite.

Cette hypothèse m'est suggérée par la découverte que j'ai faite (*B. C. F.* XI. n° 71. 1900) de ce même minéral en place dans les schistes micacés, métamorphisés par le granite de la sortie du lac de Caillaouas : il y est associé à l'almandin. Au glacier des Gourgs blancs, qui domine ce lac, la gédrite forme des fibres de plusieurs centimètres de longueur dans des leptynolites, à la fois riches en oligoclase et en cordiérite. Parfois au milieu de ces deux derniers minéraux, se trouvent de petits nodules de corindon et de spinelle ou de spinelle et de staurotide bordée de spinelle vert. Cette gédrite renferme des inclusions de zircon (avec auréoles pléochroïques à biréfringence augmentée), de graphite, etc.

Plateau Central. — *Haute-Loire et Aveyron.* J'ai développé (*B. S. M.* XIX. 67. 1896) la courte description, donnée à la page 639 du tome I, de la gédrite de Saint-Projet-Armandon et de l'anthophyllite d'Arvieu.

Puy-de-Dôme. M. G. Friedel a fait (*B. S. M.* XXV. 102. 1902) l'analyse suivante de l'anthophyllite, souvent mélangée à de l'opale et à de la calcite, se trouvant dans une serpentine des environs de Saint-Germain-Lherm, sur le vieux chemin de Saint-Bonnet-le-Bourg.

SiO^2 58,38 ; FeO 8,37 ; MgO 28,82 ; Al^2O^3 0,10 ; CaO 0,61 ; H^2O (au rouge) 0,68 ; H^2O 2,75 = 99,71.

Le minéral purifié est blanc de neige ; sa densité = 3,034. D'après

M. G. Friedel, il ne possède pas de clivages suivant des plans distincts mais se clive suivant un cylindre parallèle à l'axe d'allongement.

Tonkin. — Une gédrite asbestiforme, en veines dans les schistes cristallins du Fleuve-Rouge, a été trouvée près de Than-Vaï (Dupouy *op. cit.* 46) en blocs pesant plusieurs kilogrammes.

Plus récemment, M. Deprat a indiqué l'existence d'une anthophyllite fibrolamellaire dans la même région, à 400 mètres de la gare de Ngoï-Hop (*B. S. M.* XXII. 382. 1909).

GRUNÉRITE (T. I, p. 642).

Maures. — *Var*. J'ai montré (*C. R.* CXXX. 1278. 1900) que la roche à grunérite de Collobrières renferme, en plus des éléments antérieurement signalés, de gros grains de fayalite et beaucoup d'apatite.

M. Kreutz a complété les indications concernant ce minéral données pages 643. (*Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien.* CXVII. 1908.)

La bissectrice aiguë est *négative*. Les indices sont (Na) :

$$n_g = 1{,}717 ;\ n_m = 1{,}697 ;\ n_p = 1{,}672 ;\ n_g - n_p = 0{,}045 ;\ 2V = 82\ \rho < v$$

Il a en outre publié l'analyse suivante : SiO^2 47,17 ; Al^2O^3 1,00 ; Fe^2O^3 1,12 ; FeO 43,40 ; MnO 0,08 ; CaO 1,90 ; MgO 2,61 ; K^2O 0,07 ; Na^2O 0,47 ; H^2O 2,22 ; F 0,07 = 100,11.

TRÉMOLITE-ACTINOTE (T. I, p. 645).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. M. Nentien m'a communiqué des échantillons blancs, constitués par des fibres de trémolite, noyées dans de la calcite et provenant d'une recherche de mine de cuivre à Accous.

La collection du Muséum possède des calcaires indiqués comme provenant de Louvie-Juzon et renfermant de jolies aiguilles d'actinote.

Ariège. J'ai recueilli de magnifiques échantillons rigides de trémolite asbestiforme, en veines dans les cornéennes calcaires métamorphisées par le granite de la haute vallée d'Ustou.

Dans le fond de la vallée de Lartigue en Auzat, j'ai rencontré des masses fibreuses d'actinote de plus d'un centimètre de long ; elles se trouvent à quelques mètres d'un contact granitique.

Cévennes et Plateau Central. — *Gard et Aveyron.* Brongniart a signalé de l'asbeste dans la vallée de Mangadon au nord du Vigan. Les échantillons asbestiformes de ce gisement, que m'a communiqués M. Bouhard, sont constitués par de la palygorskite ; mais M. Bergeron a indiqué (*C. R.* CXLIV. 983. 1907) l'existence de la trémolite dans le voisinage, au-dessus de la métairie du Tour ; elle se trouve dans des calcaires cambriens, métamorphisés par le granite.

Corrèze. M. Puyaubert m'a communiqué des échantillons d'actinote verte en baguettes courbes de 15 cm. de longueur, trouvées dans le deuxième tunnel du chemin de fer de Tulle à Uzerches, près du village du Pezat, au km. 3 de Tulle.

Maine. — *Mayenne.* M. Œhlert m'a signalé des filonnets d'asbeste dans les dykes de porphyrite de Villers-Charlemagne et de Houssay.

Haute-Vienne. L'asbeste filamenteuse se rencontre dans la serpentine de la Roche l'Abeille.

Algérie. — *Oran.* M. Flamand a signalé de nombreux gisements d'asbeste dans les ophites du Sud Oranais (*Assoc. Franç. Av. sc.* 1900, 167). M. Braly m'a communiqué une actinote aciculaire d'un vert clair à fibres de 7 cm. de longueur, formant des veines dans l'ophite de Djenan-el-Dar.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*, 4) de jolis cristaux de trémolite et d'actinote dans les talcschistes de la Rivière Noire et il a signalé l'existence de filonnets (6 à 8 cm. d'épaisseur) d'asbeste dans les roches vertes au nord de That-Khé vers Cao-Bang, notamment entre That-Khé et Dong-Khé.

Madagascar. — La trémolite est fréquente dans les cipolins ; je citerai notamment ceux d'Ambohimirakitra, à 15 km. S. S. E. de Tananarive, d'Antsofombato à l'ouest de Tsinjoarivo, du pied du mont Ankarinarivo, du S. E. d'Alasora. De jolis échantillons lamellaires de trémolite blanche, associés à du graphite, se trouvent à Tranoroé, à 5 heures d'Ampanihy, dans le pays Mahafaly.

Une variété asbestiforme de trémolite a été rencontrée dans les travaux du tunnel de Vongavonga.

Ce même minéral, ainsi que l'actinote, abonde aussi dans les calcaires en contact avec le granite, notamment près du massif du

Mont Bity (Maharitra, Antandrokomby), du mont Mahatsinjo au voisinage d'Ambatofangehana [masses fibreuses de trémolite à Sahosorina, au S. d'Ambatoharina (voir *imérinite*) ; l'actinote se trouve dans les calcaires de nombreux points de la vallée de la Vato].

IMERINITE

Je donne ce nom à un nouveau type d'amphibole sodique, qui possède tous les caractères extérieurs d'une trémolite de couleur spéciale, mais est remarquable par ses propriétés optiques et chimiques.

Formes et facies. L'imerinite constitue de petites aiguilles ne présentant que les faces *m* (110) distinctes ; l'angle du prisme est en moyenne de 124°42′ ; il est difficile cependant de préciser, les cristaux étant presque toujours groupés à axes imparfaitement parallèles.

Dureté. 5 à 6.

Densité. 3,02.

Coloration et éclat. Bleu de lin, de nuance plus ou moins foncée, devenant parfois presque incolore. Éclat vitreux très vif.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010).

Les extinctions en lumière blanche sont imparfaites par suite d'une très forte dispersion des bissectrices. Les cristaux sont souvent zonés ou faculés : $\mathbf{n}_g$ fait avec l'axe vertical un angle suivant les zones, mais approchant 45°. La bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$).

L'angle des axes optiques est faible, mais n'a pu être précisé, le minéral étant trop peu biréfringent et la dispersion des axes beaucoup trop grande : dans les variétés de couleur très pâle, qui sont moins dispersives, 2 E atteint environ 100°.

Pléochroïsme. La couleur est inégalement répartie par suite de l'existence de la structure zonée ou faculée dont il vient d'être question et le minéral est souvent incolore en lames minces ; quand le pléochroïsme est perceptible, il se fait dans les teintes suivantes avec $\mathbf{n}_m > \mathbf{n}_g = \mathbf{n}_p$.

$\mathbf{n}_g$ = vert bleuâtre pâle.
$\mathbf{n}_m$ = bleu violacé.
$\mathbf{n}_p$ = vert jaunâtre pâle.

Composition chimique. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani.

SiO^2.......	53,73
TiO^2.......	0,41
Al^2O^3......	2,72
Fe^2O^3......	4,72
FeO.......	4,70
MgO.......	20,60
CaO........	2,73
Na^2O.......	7,42
K^2O........	1,82
H^2O........	0,85
F..........	0,92
	100,62

Le rapport $SiO^2 : (R^2O^3 + RO + R^2O + F) = 1 : 1,014$, c'est-à-dire presque exactement celui d'un métasilicate.

Au point de vue chimique, cette amphibole ne peut être rapprochée que de la *richtérite* et en particulier de sa variété la natronrichtérite (*astochite*), mais celle-ci est plus pauvre en sesquioxyde, ne contient presque pas de fer et par contre renferme beaucoup de manganèse ; de plus, ses propriétés optiques ne diffèrent guère de celles de la trémolite.

Essais pyrognostiques. Comme la trémolite, mais très fusible au chalumeau, en colorant la flamme en jaune intense.

Diagnostic. Ces propriétés pyrognostiques et optiques constituent la caractéristique de l'imerinite, qui semble jouer par rapport à la richtérite le même rôle que la katoforite vis-à-vis des hornblendes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — J'ai choisi le nom d'*imerinite* pour rappeler le nom d'Imerina, province centrale de la grande île, si intéressante au point de vue minéralogique. J'ai trouvé les premiers échantillons de ce minéral parmi des roches rapportées par M. Villiaume. M. Mouneyres a bien voulu plus tard me faire recueillir une série importante d'échantillons qui m'a permis d'achever cette étude.

L'imerinite constitue de petites aiguilles, pouvant atteindre quelques millimètres de longueur au milieu d'un calcaire métamorphique des environs d'Ambatoharina, à 2 ou 3 km. du confluent du Mahanoro et du Vatomaro, à l'est d'Ambatofangehana : il s'agit certainement là de calcaires métamorphisés par le granite du massif du mont Mahatsinjo.

L'imerinite est accompagnée de phlogopite, d'albite, de quartz, de rutile, de sphène et de pyrite ; à l'inverse de ce qui a lieu pour cette amphibole, qui paraît localisée dans le point précis qui vient d'être indiqué, ces autres minéraux sont distribués dans les calcaires de toute la région et ne sont souvent visibles qu'au microscope.

HORNBLENDE (T. I, p. 661).

Pyrénées. — J'ai montré (*B. C. F.* X. 1898, n° 64 et XI. 1900, n° 71), que dans le granite des Pyrénées, et notamment dans celui du massif d'Ax et de Quérigut, la hornblende se développe toujours au contact des calcaires et que ces roches se transforment progressivement en diorites micacées quartzifères, en diorites, en hornblendites et même en péridotites à hornblende. Ces deux derniers types présentent souvent des cristaux de hornblende de plusieurs centimètres, englobant ou non pœcilitiquement des grains de péridot ; la roche que j'ai désignée sous le nom de picrite à hornblende (je dirai aujourd'hui péridotite à hornblende), page 672, est un des termes extrêmes de cette transformation.

D'autre part, j'ai décrit (*C. R.* VIII. *Congrès géol. intern.* 1900, Paris 1901) toute une série de roches parfois à très grands éléments, riches en hornblende, géologiquement apparentées avec les lherzolites et qui présentent comme élément constitutif des hornblendes brunâtres ou brunes, rarement bleuâtres sur les bords. Celles-ci doivent très probablement être rapprochées de la *sorétite* de MM. Duparc et Pearce.

Telles sont dans l'*Ariège* : la hornblendite feldspathique péridotique et pyroxénique du Col d'Eret près Ercé, les péridotites à hornblende pœcilitiques et les hornblendites d'Argein, les diorites mélanocrates, ressemblant à des amphibolites schisteuses (hornblende brune, bleuâtre sur les bords) de Serreing en Sentenac, de Comères en Seix, du Tuc des Comères en Castillon, etc.

Enfin, j'ai donné le nom d'*avezacite* à une roche remarquable, formant à Avezac-Prat (*Hautes-Pyrénées*) des filons dans la lherzolite ; cette roche, ne renfermant que 31,8 °/₀ de silice, est essentiellement constituée par de la hornblende brune, avec un peu d'augite, de sphène, d'apatite et enfin d'ilménite qui moule les autres éléments. Cette roche présente une structure cataclastique, rappelant celle des météorites ; l'avezacite ne peut guère être comparée qu'aux nodules à hornblende des tufs basaltiques.

La hornblende et les roches à hornblende brune des environs de Lherz, dont il est question tome I, page 674, constituent les roches que j'appelle aujourd'hui *ariégites*.

Madagascar. — Les tufs basaltiques de l'île renferment en abondance des fragments de hornblende intratellurique ; j'ai vu en particulier des fragments provenant des environs de Diego-Suarez qui atteignent 8 cm.

Comores. — Beaux échantillons identiques aux précédents dans les tufs basiques, notamment à Anjouan.

Nouvelle-Calédonie. — Les péridotites (serpentines) de l'île sont traversées par des filons de diorites à grands éléments et de hornblendites, véritables pegmatites dioritiques, d'où l'on peut extraire parfois des clivages de hornblende noire, ayant la longueur de la main (Baie N'Go en particulier).

Antilles. — *Martinique et Guadeloupe*. Les dacites et les andésites de ces deux îles et plus rarement les andésilabradorites renferment parfois de la hornblende, associée à l'augite ou remplaçant celle-ci, sans que cette substitution corresponde à un changement de composition chimique notable. L'andésite de la pointe Burgos, certains des types de la brèche andésitique des massifs de la Montagne Pelée et du Carbet, les dacites du Carbet sont particulièrement à citer à cet égard : dans ces dernières roches, les cristaux de hornblende sont caractérisés par la prédominance de h^1 (100) et de g^1 (010) dans la zone verticale.

Cette même hornblende brune est caractéristique des enclaves homœogènes, qui abondent dans les andésites et notamment dans celle de l'éruption de 1902 à la Montagne Pelée ; elle y forme fréquemment des cristaux mesurant 3 cm.

C'est une de ces enclaves de la lave de 1902 qui m'a fourni les matériaux d'une étude plus complète de ce minéral. L'angle d'extinction est de 15°, quand cette amphibole est d'un brun vert ; cet angle tombe à 2° lorsque, par rubéfaction, elle est devenue d'un brun rouge, très biréfringente et très pléochroïque. L'analyse suivante a été faite par M. Pisani sur un produit de densité 3,24.

SiO^2 44,25 ; TiO^2 1,74 ; Al^2O^3 12,80 ; Fe^2O^3 6,90 ; FeO 5,85 ; MgO 13,6 ; CaO 11,00 ; Na^2O 1,42 ; K^2O 0,49 ; H^2O 1,38 = 99,38.

Dans les roches volcaniques de la Martinique, l'amphibole subit souvent les phénomènes de résorption habituels, mais j'y ai en outre observé (*La Montagne Pelée et ses éruptions*, 507, 1904) des transformations progressives ou complètes en un agrégat holocristallin, grenu ou ophitique, d'augite, de plagioclases basiques et de magnétite.

BARKÉVICITE (T. I, p. 660).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. La syénite néphélinique de Pouzac renferme des ségrégations à grands éléments, qui sont extrêmement riches en barkévicite.

La roche, en filon dans le crétacé d'Arudy, près Saint-Christau, dont il est question page 671, et d'autres analogues de la même région, caractérisées aussi par de longues baguettes de barkévicite, sont les homologues, assez altérées, des monzonites néphéliniques décrites plus loin. Une amphibole barkévicitique se trouve aussi, mais en plages xénomorphes, dans des diabases ophitiques, souvent riches en analcime de la même région, qui ont un caractère essexitique très net.

Il faut rapprocher de la même série une roche à cristaux nets de barkévicite de plusieurs centimètres de longueur, qui, aux environs d'Adé, forme des filons dans une picrite à hornblende, ainsi qu'une curieuse diorite à grands cristaux de hornblende et à plagioclase transformé en albite, des environs d'Ossen.

Plateau Central. — *Cantal*. C'est également à une série un peu alcaline qu'il faut rapporter toutes les roches intrusives grenues, que j'ai trouvées récemment (*C. R.* CXLIX. 541. 1909) au milieu des tufs pliocènes du volcan du Cantal dans la vallée de la Jordanne, en amont de Mandailles : monzonite à biotite, monzonite leucocrate passant à la syénite avec un peu de néphéline, gabbro essexitique, etc. Quelques-unes de ces roches sont caractérisées par l'existence de grands cristaux pœcilitiques de hornblende brune de plusieurs centimètres.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Les syénites néphéliniques des îles de Foutabar, de l'îlot du Cabri appartiennent surtout à un type à barkévicite. Les cristaux de ce minéral sont généralement très peu allongés suivant l'axe vertical et forment dans les nombreuses variétés

pegmatoïdes de ces roches des cristaux de plusieurs centimètres n'ayant pas de contours géométriquement distincts.

Madagascar. — La barkévicite est caractéristique des types dominants des roches néphéliniques de Nosy komba et des environs de la baie d'Ampasindava, notamment aux alentours d'Ankaramy et plus au sud-ouest dans le massif du Mont Bezavona. Dans les syénites et les monzonites néphéliniques, cette barkévicite est très allongée suivant l'axe vertical : les variétés pegmatoïdes de monzonite en renferment des cristaux à faces prismatiques (mg^1 h^1) nettes ; ils atteignent jusqu'à 5 cm. de longueur ; ils sont très éclatants.

Dans les types mélanocrates de monzonites (essexites), dans les gabbros néphéliniques et les gabbros essexitiques, ces cristaux ne sont plus allongés suivant l'axe vertical, ils sont raccourcis et ont une tendance à la structure pœcilitique ; ils sont intimement associés à de l'augite et à de la biotite ; là encore, on en trouve des cristaux de plusieurs centimètres de plus grande dimension. La même amphibole, qui donne l'air de famille à toutes les roches de cette région, se trouve aussi dans les camptonites, les monchiquites et enfin dans des basaltes amphiboliques filoniens (Ambodimadiro).

Tahiti. — Toutes les remarques qui viennent d'être faites sur les roches alcalines de Madagascar peuvent être appliquées aux roches à néphéline (syénites, monzonites, gabbros néphéliniques, camptonites, etc.) de la vallée de Papenoo (voir à *néphéline*).

KATOFORITE (T. II, p. 689) ET ANOPHORITE

Propriétés optiques. Une rectification est à faire aux propriétés optiques, données page 689 ; la bissectrice aiguë est, non pas positive, mais *négative*.

M. Freudenberg vient de décrire (*Mitt. bad. Geol. Landesanst.* VI. 47. 1908) sous le nom d'*anophorite* une amphibole, riche en titane, en sodium, en magnésium et en fer, pauvre en calcium et en aluminium ; elle paraît être une variété de *katoforite* à plan des axes optiques *perpendiculaire* à g^1 (010) ; l'angle d'extinction dans g^1 (rapporté à $\mathbf{n}_m$), est de 20 à 28°, dans l'angle aigu ph^1. L'écartement des axes est faible autour de la bissectrice aiguë *négative* (2E = 33° à 40°). La dispersion $\rho > v$ est forte.

Les teintes de pléochroïsme sont les suivantes, avec $n_g > n_m < n_p$:

n_g = brun rouge foncé
n_m = vert à jaune vert
n_p = jaune-paille.

La densité est de 3,17. Cette amphibole a été trouvée dans la shonkinite du Katzenbuckel. Je crois pouvoir lui rattacher l'amphibole de quelques gisements décrits plus loin.

Soudan. — C'est une sorte d'anophorite, qui constitue l'amphibole associée à l'ægyrine du granite de Dirikoa (*Mounio*), recueilli par M. Garde. Les sections perpendiculaires à la bissectrice aiguë négative sont à peine biréfringentes; le plan des axes optiques est normal à g^1 pour la lumière blanche ; n_g = brun-châtaigne, n_m = jaune vert, n_p = jaune brunâtre $n_g > n_m > n_p$. Cette amphibole se transforme sur les bords et le long de ses clivages en riebeckite, qui forme aussi des prolongements aciculaires aux grands cristaux anciens.

Madagascar. — J'ai rencontré des amphiboles katoforitiques comme élément essentiel des nordmarkites de Maromandia près Ankaramy (*Nouv. Arch. Muséum*. IV. 95. 1902). Elles possèdent un pléochroïsme intense dans les teintes d'un brun vert et d'un jaune pâle ; l'extinction est de 30° au centre, alors qu'au bord, de couleur bleue, elle tombe à 15°. Des amphiboles analogues se trouvent dans les syénites quartzifères du bassin du Mangoro et dans celles d'Ambohitrosy (Ambongo), où elles sont intimement associées à de l'ægyrine et à de l'ænigmatite.

J'ai rencontré comme élément d'une syénite quartzifère d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava, une amphibole que peut-être faut-il rapprocher de l'anophorite.

Elle englobe pœcilitiquement les feldspaths; son angle d'extinction est de 16°, rapporté à n_m ; elle possède la très grande dispersion de la katoforite. Le pléochroïsme est le suivant :

centre			bord		
n_g	ou n_m	$> n_p$	$n_g >$	$n_m >$	n_p
brun verdâtre	brun rougeâtre	jaune	vert	gris bleu	gris brun

Cette amphibole a une grande tendance à se transformer en limonite. J'ai observé de la katoforite à extinction de 35° (n = brun ver-

dâtre, n_g = brun foncé, n_p = jaune clair) en plages pœcilitiques dans une phonolite néphélinique à ægyrine, à très gros éléments, de l'île d'Antsoa, vis-à-vis de la pointe d'Ambavatoby ; elle est généralement bordée d'une arfvedsonite bleuâtre.

Réunion. — C'est à la katoforite qu'il faut rapporter l'amphibole accompagnant l'ægyrine comme élément essentiel des syénites alcalines, parfois un peu quartzifères, qui se trouvent en blocs dans la rivière des Sables.

Soudan. — L'étude des matériaux rapportés par la mission Moll m'a permis de signaler (*C. R. L.* XXXIX. 22. 1905) l'existence dans le Mounio, aux environs de Gouré, de microgranites à ægyrine renfermant une amphibole sodique d'une étude difficile à cause de sa couleur foncée, et appartenant sans doute au groupe de la katoforite.

Elle possède un allongement positif ; l'angle des axes optiques est très petit autour de la bissectrice aiguë n_p ; il existe une dispersion très grande, un pléochroïsme très intense : n_g = jaune verdâtre à bleu vert, n_m = brun rose à brun vert, n_p = jaune vert clair. L'absence de formes et de clivages nets dans cette amphibole, qui est toujours très pœcilitique, ne permet pas de savoir s'il faut la rapporter à la katoforite ou à l'anophorite.

Depuis lors, de nombreux matériaux sur cette région ont été rapportés par M. Garde, qui a pu montrer l'association à ces microgranites, de granites et de rhyolites, et de faire voir d'une façon plus générale le très grand développement de ces roches sodiques dans tout le Mounio [1].

HASTINGSITE

MM. Adams et Harrington ont donné ce nom (*Am. Journ. of. sc.* I. 210. 1896) à une amphibole sodique, riche en sesquioxyde ($Al^2 O^3$ et $Fe^2 O^3$), en fer ferreux, contenant de la chaux et sensiblement pas de

1. J'ai observé dans cette même roche, un minéral, que j'ai considéré autrefois comme orthorhombique, mais qui est en réalité quadratique ; il forme des groupes de prismes, incolores en lames minces, de biréfringence 0,015 ; il est uniaxe et *négatif* ; sa réfringence est supérieure à celle du quartz. Sa structure pœcilitique, qui lui fait englober un grand nombre de grains de quartz, n'a pas permis de l'isoler et par suite de le déterminer exactement.

magnésie. La densité est de 3,43. Les propriétés optiques en ont été complétées par M. Graham (*Am. J. of. sc.* XXVIII. 540. 1909).

Propriétés optiques. Dans g^1 (010), **n** fait 30° avec c ; la bissectrice aiguë est *négative* ($\mathbf{n}_p$) ; l'angle des axes optiques est faible, 2 V = 16° environ (lumière blanche), avec forte dispersion $\rho > v$. Le minéral est uniaxe pour la lumière jaune, pour le bleu vert, le plan des axes est *perpendiculaire* à g^1 (010).

La couleur très foncée et la faible biréfringence rendent l'étude optique assez difficile.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est intense dans les teintes suivantes :

$\mathbf{n}_g = \mathbf{n}_m$ = vert bleu très foncé
$\mathbf{n}_p$ = jaune vert.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La hastingsite a été décrite à l'aide d'échantillons provenant de syénites néphéliniques du Canada.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Je crois pouvoir rapporter à la hastingsite l'amphibole des syénites néphéliniques à noséane de l'île de Kassa, qui se distingue par la grandeur de son angle d'extinction (au moins 30°) et par ses autres propriétés optiques, de la barkévicite des syénites néphéliniques de l'île de Foutabar.

ARFVEDSONITE (T. I, p. 690).

$(Na^2,Fe,Ca)^4\ Si^4O^{12}$.

Monoclinique : $mm = 123°55'$.

$b : h = 1000 : 260,19 \quad D = 873,79 \quad d = 486,53.$

Angle plan de $p = 121°46'$
— $m = 98°9'$

[$a : b : c = 0,55687 : 1 : 0,29781$ (Brögger)]
[$zx = 73°2'$]

Formes et facies. L'arfvedsonite se présente avec le facies habituel aux amphiboles. Les cristaux distincts sont fort rares; le minéral forme d'ordinaire des plages, sans plans géométriques autres que m ; elles sont allongées ou raccourcies suivant l'axe vertical.

Clivages. Clivages, faciles suivant *m* (110); imparfait suivant g^1 (010).

Cassure inégale.

Dureté. 6. Fragile.

Densité. 3,44.

Coloration et éclat. Noir éclatant, vert bleuâtre en lames minces. Poussière d'un gris bleu foncé. Transparente seulement en lames très minces. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Biréfringence faible. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010); $\mathbf{n}_p$ fait un angle d'environ 18° avec *c*, dans l'angle aigu ph^1, mais cette valeur est incertaine à cause de la très grande dispersion des bissectrices, qui rend les extinctions incomplètes, sauf dans la zone de symétrie.

2 V est très grand; le signe de la bissectrice est douteux.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très intense, avec $\mathbf{n}_p > \mathbf{n}_m > \mathbf{n}_g$; il est un peu variable comme couleur avec les localités.

$\mathbf{n}_g$ = vert gris brunâtre à brun verdâtre
$\mathbf{n}_m$ = bleu lavande à bleu gris
$\mathbf{n}_p$ = bleu foncé à bleu vert.

Composition chimique. Les arfvedsonites sont très riches en fer ferreux et en alcalis (jusqu'à 10 °/₀ de ces derniers), pauvres en fer ferrique et en alumine, ainsi qu'en chaux; elles sont à peu près dépourvues de magnésie. A la formule approximative donnée plus haut s'adjoint en plus ou moins grande quantité le composé $(Ca,Mg)^2 (Al,Fe)^4 Si^2O^{12}$.

Essais pyrognostiques. Comme riebeckite.

Altérations. Se transforme en un mélange de cristaux d'acmite et de lépidomélane. Souvent l'arfvedsonite s'altère en donnant de la sidérite et de la limonite; aussi est-il fréquent de trouver aux affleurements la place de cette amphibole occupée par de la limonite.

Diagnostic. Parmi les amphiboles à allongement négatif, l'arfvedsonite se distingue de la riebeckite par son angle d'extinction plus grand. Elle ne peut être confondue avec la katoforite, dont l'angle d'extinction est plus grand encore.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'arfvedsonite, compagnon habituel de l'ægyrine, ne se rencontre

que dans les roches éruptives très sodiques ; j'ai à la signaler dans les suivantes :

1° *Dans les syénites néphéliniques.*

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Alors que la barkévicite accompagne constamment l'augite dans les syénites néphéliniques à augite de ces îles, l'arfvedsonite se trouve fréquemment dans les types à ægyrine, notamment à Rouma ; elle y est inégalement distribuée, formant quelquefois des cristaux de plusieurs centimètres de longueur et qui sont d'ordinaire pœcilitiques par rapport aux feldspaths : elle est assez abondante dans les ségrégations lujauritiques. Il est fréquent de la voir associée à la biotite, qui s'est développée sur ses plans *m* (110).

2° *Dans les syénites et les granites.*

Soudan. — C'est sans doute au groupe de l'arfvedsonite qu'il y a lieu de rapporter l'amphibole du granite de Zinder et de divers points du Mounio étudiés par M. Garde : cette amphibole ne peut être rapportée à la riebeckite, à cause des teintes de pléochroïsme d'un bleu trop vert et de l'angle d'extinction d'une dizaine de degrés. M. Stoyanoff a extrait cette amphibole et en a fait l'analyse suivante dans mon laboratoire : SiO^2 46,33 ; TiO^2 3,00 ; Al^2O^3 1,12 ; Fe^2O^3 13,35 ; FeO 24,48 ; CaO 4,36 ; MgO 0,78 ; Na^2O 6,16 ; H^2O 0,40 ; = 99,98. Il semble qu'elle soit intermédiaire entre l'arfvedsonite et la riebeckite.

Madagascar. — J'ai rencontré l'arfvedsonite comme élément de quelques syénites et granites alcalins d'Ampasibitika (voir à *riebeckite*) ; son angle d'extinction est de 13 à 15° ; les teintes de pléochroïsme sont les suivantes : $\mathbf{n_g}$ = gris bleu, $\mathbf{n_p}$ = bleu de mer.

Les cristaux atteignent jusqu'à 6 cm. × 4 cm. ; ils englobent pœcilitiquement une partie des feldspaths.

RIEBECKITE ET OSANNITE (T. I, p. 693).

Propriétés optiques. Des travaux récents ont montré que la riebeckite constitue en réalité une série de types variés ; certains d'entre eux ont les propriétés optiques, qui ont été exposées page 694, alors que d'autres, que M. Hlawatsch a proposé de désigner sous le nom de

osannite (*Festschr. H. Rosenbusch*, 1906. 76), en diffèrent en ce que le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (dans les sections transversales, sa trace est parallèle à celle de h^1). La bissectrice aiguë *négative*, $\mathbf{n}_p$, coïncide presque avec l'axe vertical ; $\mathbf{n}_p : c = 0$ (rouge), 5° (bleu). L'angle des axes est très grand : à travers g^1, on voit les images de la bissectrice obtuse $\mathbf{n}_g$, avec forte dispersion croisée.

Le pléochroïsme est le même en direction que pour la riebeckite normale : $\mathbf{n}_g$ = vert gris noir, $\mathbf{n}_m$ = jaune brun, $\mathbf{n}_p$ = bleu foncé.

M. Murgoci considère que, comme pour les glaucophanes, cette position du plan des axes optiques accompagne une très grande richesse en Fe^2O^3.

Alpes. — *Hautes-Alpes*. M. Termier a décrit des schistes quartzeux à riebeckite de la zone des schistes lustrés, dans lesquels la riebeckite est parfois radiée et associée à de l'épidote, à des octaèdres de magnétite (*B. S. M.* XXVII. 269. 1904). Ces roches provenant du pic Traversier, dans la vallée de Saint-Véran, au sud de la mine de cuivre, se rencontrent jusqu'au delà du torrent de l'Aigue-Blanche, puis à la base des pics du Longuet.

Corse. — Les roches granitiques à riebeckite de Corse, décrites page 695, ont été l'objet d'un travail pétrographique récent de M. Deprat (*B. C. G. F.* XVII. 114. 1906).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert a rencontré à Fita (*C. R.* CXLV. 764. 1907) un petit massif de granite à riebeckite, traversé par un microgranite de même nature, au milieu d'une région de roches granitiques et gneissiques de composition normale.

Soudan. — On a vu plus haut que l'anophorite de Dirikoa se transforme sur les bords en riebeckite ; certaines des amphiboles bleues des granites et microgranites du Mounio peuvent, au moins en partie, être rapportées à cette même espèce.

Madagascar. — J'ai décrit (*Nouv. Arch. Muséum.* IV. 84. 1904. et V. 242. 1903) des granites à riebeckite et ægyrine traversant et métamorphisant les calcaires et les grès du lias d'Ambaliha et d'Ampasibitika, dans la baie d'Ampasindava. Ils constituent surtout des filons, devenant aplitiques sur leurs bords.

La riebeckite y constitue fréquemment des cristaux atteignant jusqu'à 4 cm. ; ils sont implantés perpendiculairement aux parois et possèdent une structure pœcilitique. J'ai observé dans un granite

renfermant de la galène, de très curieuses pseudomorphoses de riebeckite en un mélange de quartz et de zircon fibreux (*op. cit.* 1902, pl. X. fig. 2 et 7).

La riebeckite se rencontre aussi dans des microgranites ; enfin, fait plus remarquable, elle se développe avec grossulaire dans des quartzites résultant de la transformation métamorphique de grès calcaires au contact des granites précédents.

3° *Dans les roches volcaniques.*

Plateau Central. — *Puy-de Dôme.* J'ai rencontré en petite quantité la riebeckite et l'ægyrine dans un filon de trachyte bostonitique très acide du funiculaire de la Bourboule. La riebeckite s'est en outre formée par pneumatolyse dans les fissures et sur les surfaces de glissement de la même roche.

Côte des Somalis. — J'ai eu l'occasion de décrire (*C. R.* CXXVIII. 1353. 1899), de curieuses rhyolites sodiques, riches parfois en ægyrine et en riebeckite et présentant des boutonnières, à structure micropegmatique ou micropœcilitique, véritables lithophyses, dans lesquelles se rencontrent les mêmes minéraux, plus gros et mieux formés.

Ces roches abondent le long du chemin de fer de Djibouti à Harrar. notamment sur la crête, qui sépare les vallées d'Haleylé et d'Haraha Bihellé, ainsi que dans les vallées de Haraha, de Daal, de Hol-Hol, de Dahita. M. Arsandaux a retrouvé les mêmes roches, largement développées en *Abyssinie*, où elles sont accompagnées de pantellérites, de microgranites alcalins, etc.

Région du Tchad. — La riebeckite associée à une amphibole katoforitique, accompagne l'ægyrine dans la rhyolite d'Hadjer-el-Hamis au sud du Tchad.

GLAUCOPHANE ET CROSSITE (T. I, p. 699).

Propriétés optiques. J'ai fait remarquer page 700, les variations de propriétés optiques que présentent les minéraux du groupe de la glaucophane ; des travaux récents en ont mis en évidence de plus grandes encore. M. Palache a décrit en effet, sous le nom de *crossite* une glaucophane, dans laquelle le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (010) (et transversal à l'allongement), au lieu d'être parallèle à cette face, comme

dans les types normaux, la bissectrice aiguë reste toujours $\mathbf{n}_p$. M. Murgoci a montré (*Bull. geol. Univ. California*. IV. n° 15. 359. 1906) que cette orientation est réalisée dans beaucoup de glaucophanes et il a proposé de désigner toutes celles-ci sous le nom de *crossite*, cherchant en outre à montrer que cette propriété est toujours accompagnée d'une teneur élevée en Fe^2O^3, de telle sorte que le groupe de la glaucophane s'étendrait depuis des types ne renfermant que de l'alumine comme sesquioxyde (*gastaldite* à plan des axes optiques dans g^1, angle d'extinction de 0° à 6°. 2V = 40° à 60°) jusqu'au type très foncé, très ferrique (*crossite*) (angle d'extinction allant jusqu'à 30°, 2V très grand, atteignant 90°), en passant par des types à la fois alumineux et ferriques, qui constituent la majeure partie des glaucophanes anciennement connues et qui, pour une composition déterminée, peuvent être sensiblement uniaxes avec une extinction d'environ 10°. Je noterai en passant que, dès 1883, M. Michel-Lévy avait signalé dans la glaucophane d'un bloc erratique de Versoix, près Genève, une glaucophane à plan des axes optiques transversal (in Barrois, *Ann. soc. géol. Nord*. II. 50. 1883). M. Wallerant a mesuré les indices de réfraction suivants de la glaucophane de l'île de Groix.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}639 \text{ (Na)}$$
$$\mathbf{n}_m = 1{,}638$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}621$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}018$$

Fig. 1. Association de glaucophane (A) et de crossite (B). Oulx. Lame perpendiculaire à la bissectrice aiguë $\mathbf{n}_p$.

Alpes. — [*Piémont*]. J'ai repris l'étude des glaucophanes décrites dans le tome I, et j'ai constaté que celle des calcaires d'Oulx, étudiée page 704, est particulièrement intéressante à ce point de vue ; en lames minces, elle est zonée ou faculée ; les parties périphériques de couleur claire ont le plan des axes optiques parallèle à g^1 (fig. 1. A), les parties centrales d'un bleu foncé ont le plan des axes optiques perpendiculaire à g^1 (*crossite*) (fig. 1. B) ; l'écartement des axes est faible.

Hautes-Alpes. M. Termier a décrit (*B. S. M.* XXVII. 268. 1904) des schistes à glaucophane et lawsonite de Saint-Vérant, provenant de la déformation d'un gabbro.

Corse et **Nouvelle-Calédonie**. — Les glaucophanes des gisements signalés tome I ont toutes le plan des axes parallèle à g^1, mais quelques types très colorés sont sensiblement uniaxes.

GROUPE DE L'ÆNIGMATITE (T. I, p. 708).

M. Sœllner a proposé récemment (*N. J. Beil. Bd.* XXIV. 475. 1907) de considérer comme distinct des amphiboles un groupe de l'ænigmatite, composé de deux minéraux ou plus exactement de deux séries de minéraux ; la première comprend l'*ænigmatite* et la *cossyrite*, telles qu'elles ont été décrites tome I, p. 708. Ce sont des types très riches en alcalis : ils sont caractéristiques des roches alcalines pauvres en chaux et en magnésie.

La seconde série est formée par la *rhönite*, type nouveau peu alcalin, moins ferrifère, mais très riche en sesquioxydes, en chaux et en magnésie ; elle est caractéristique des roches néphéliniques ou leucitiques basiques, et même de certains basaltes.

ÆNIGMATITE

Plateau Central. — *Haute-Loire et Cantal.* L'ænigmatite est assez fréquente dans les phonolites néphéliniques de ces centres volcaniques, sous forme de plages xénomorphes pœcilitiques brun châtaigne.

Soudan. — C'est également sous la même forme que l'ænigmatite abonde dans le microgranite à ægyrine du Mounio, notamment de Gouré.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'ænigmatite accompagne l'ægyrine dans les syénites néphéliniques du nord de l'île de Kassa.

Madagascar. — J'ai observé l'ænigmatite comme un élément essentiel d'une syénite à ægyrine du massif d'Ambohitrosy dans l'Ambongo (*C. R.* CXXX. 1208. 1900) et je l'ai trouvée aussi dans une syénite néphélinique à ægyrine du massif du Bezavona. Elle y forme de grands cristaux, d'un brun foncé, en lames minces.

Le même minéral abonde sous forme pœcilitique dans les phonolites néphéliniques du nord-ouest de l'île (*Nouv. Arch. Muséum.* IV. 185. 1902).

RHÖNITE

$(Na^2,K^2,Ca)^9 \ (Fe,Mg)^{18} \ (Al,Fe)^{18} \ (Si,Ti)^{18} \ O^{90}$

$Ca^8(Na,K,H)^2 (Fe,Mg)^{15} \ (Al,Fe)^{16} (Si,Ti)^{21} \ O^{90}$

Triclinique. Isomorphe avec l'ænigmatite.

Macles. Macle polysynthétique suivant g^1 (010).

Clivages. Comme ænigmatite.

Densité. 3,56 à 3,58.

Coloration, éclat et pléochroïsme. Comme ænigmatite.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques voisin de g^1. Bissectrice aiguë *positive* ($\mathbf{n}_g$). Dans les sections perpendiculaires à c, extinction d'environ 7° par rapport à la trace de g^1. Dans g^1, extinction de 39° par rapport à c, dans l'angle aigu ph^1. Dans la section de la zone verticale perpendiculaire à g^1, extinction d'environ 11°.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. C'est à la rhönite qu'il y



Fig. 1.
Lame mince de la néphélinite doléritique de Barneire, montrant quatre cristaux de rhönite taillés normalement à l'axe vertical. (*Lumière naturelle ; grossissement de 33 diamètres.*)

a lieu de rapporter le minéral de Barneire (Saint-Sandoux), que j'ai décrit page 710 sous le nom d'ænigmatite. J'en ai trouvé (*B. S. M.* XXXII. 330. 1909) des cristaux mesurant jusqu'à 4 cm. de longueur sur 2 cm. de largeur et une épaisseur moindre ; ils sont très aplatis

suivant g^1(010) et très allongés suivant l'axe vertical ; ils sont limités par les formes m, t et g^1 (fig. 1) ; ils présentent fréquemment une macle polysynthétique suivant g^1. L'angle d'extinction dans les sections perpendiculaires à l'axe vertical est de 6 à 7° par rapport à g^1. J'ai rencontré parfois des teintes de pléochroïsme un peu différentes de celles



Fig. 2.
Plage de rhönite en voie de résorption en magnétite ; même roche et même grossissement que pour la figure 1.

que j'ai données antérieurement : $\mathbf{n}_g$ = brun rouge à noir opaque $\mathbf{n}_m$ = brun jaune, $\mathbf{n}_p$ = brun, avec une teinte verdâtre.

Ces grands cristaux présentent souvent des phénomènes de résorption comparables à ceux de la hornblende. Ils se transforment sur les bords en titanomagnétite ou sont creusés de cavités circulaires au milieu desquelles (fig. 2) se voit un cristal de magnétite.

J'ai publié l'analyse suivante de ce minéral due à M. Pisani :

SiO^2 30,90 ; TiO^2 8,04 ; Al^2O^3 17,65 ; Fe^2O^3 6,80 ; FeO 15,20 ; MgO 9,08 ; CaO 12,20 ; Na^2O 0,76 ; K^2O 0,61 ; H^2O 0,20 = 100,64.

Cette analyse conduit à la formule $(Na,K,H)^2\ Ca^8\ (Fe,Mg)^{15}\ (Al,Fe)^{16}\ (Si,Ti)^{21}\ O^{90}$, un peu différente de celle de la rhönite de Platz [*Rhön*] décrite par M. Söllner : $(Na^2,K^2,Ca)^9\ (Fe,Mg)^{18}\ (Al,Fe)^{18}\ (Si,Ti)^{18}\ O^{90}$.

C'est à la rhönite qu'il faut rapporter les lames d'un brun foncé, qui se trouvent fréquemment parmi les produits de la recristallisation après fusion de la hornblende, réalisée dans les basaltes et notamment dans les nodules amphiboliques englobés par les roches volcaniques (voir tome II, p. 669, les cristallites ferrugineux indiqués sur l'explication de la fig. 2, sont constitués par de la rhönite).

LEUCITE (T. II, p. 3).

Madagascar. — L'exploration de Nosy bé n'a pas permis à M. Villiaume de trouver le gisement de leucite, que j'ai signalé page 6 (d'après M. Vélain), mais par contre, cet officier m'a rapporté une série de roches montrant qu'il existe dans cette île des leucitites à olivine, à facies basaltique, associées à des téphrites et à des néphélinites. Les mêmes roches existent aussi sur la côte voisine de la Grande-Ile, à Ambato, au nord-est d'Ankify.

J'ai signalé (*Nouv. Arch. Museum*. V. 206. 1903) l'existence d'une leucophonolite en filon dans les syénites néphéliniques du torrent d'Ampiambisany (massif du mont Bezavona), ainsi que des microsyénites à pseudoleucite. La syénite néphélinique à barkévicite de Nosy komba renferme des enclaves essexitiques à pseudoleucite. Comme dans la plupart des gisements connus, ces pseudoleucites sont des pseudomorphoses de leucite en un mélange de néphéline et d'orthose ou d'anorthose.

Tahiti. — J'ai rencontré la leucite comme élément essentiel d'un des haüynophyres de Vaïrao (*B. S. G.* X. 113. 1910).

BÉRYL (T. 2, page 8).

Bretagne. — *Finistère*. De gros cristaux (20 cm. × 6,8) de béryl se trouvent dans la pegmatite de Plouevez-Lochrist dans le canton de Plouescat (Kerforne, *Bul. Soc. sc. méd. Rennes*. XII. 605. 1903).

Loire-Inférieure. Le gisement d'Orvault, décrit page 15, a fourni de jolies pierres incolores et transparentes, susceptibles d'être taillées comme gemmes.

Plateau Central. — *Tarn.* M. Arsandaux a signalé (*B. S. M.* XXIV. 429. 1901) des cristaux pierreux de béryl de 6 cm. dans la pegmatite à tourmaline noire de Castelnau-de-Brassac.

Haute-Vienne. En outre des variétés incolores et bleuâtres transparentes de béryl, décrites page 18, j'ai observé quelques très beaux cristaux, les uns incolores, les autres d'un jaune clair ou d'un jaune d'or très chaud (*béryl d'or*), permettant d'obtenir des pierres taillées de plusieurs grammes qui possèdent une très grande limpidité. Ils proviennent notamment de la Bachelerie en Compreignac, de diverses carrières de Saint-Sylvestre, aux Huréaux én particulier, et de la carrière du Pécout près du pont de Barost. J'ai vu un gros cristal opaque, à faces ternes, provenant de ce dernier gisement, dont la base est couverte par un glaçage transparent, à faces brillantes, de béryl néogène.

A citer encore comme gisements de béryl pierreux, parfois translucide, la carrière de l'étang de Gouillé près Razès et les pegmatites à lépidolite de Chabanne et du Coudier à Larmont en Saint-Sylvestre. Dans la carrière de Chedeville en La Chèze, le contact de la roche à lépidolite et du granite à deux micas se fait localement par une zone de quartz et de béryl blanc ou bleuâtre, dans laquelle les cristaux de ce dernier minéral sont parfois implantés perpendiculairement sur le granite.

Indre. Des cristaux lithoïdes de béryl se trouvent dans la pegmatite entre Cuzion et Châteaubrun.

Puy-de-Dôme et Saône-et-Loire. M. Barbier a publié (*B. S. M.* XXXIII. 76. 1910), les analyses suivantes du béryl : *a* de Biauchaud (*Puy-de-Dôme*), et *b* de Montjeu (*Saône-et-Loire*).

	SiO^2	Al^2O^3	GlO	H^2O		
a	65,87	19,61	12,41	2,12	=	100,01
b	65,83	19,27	13,22	1,57	=	99,89

Rhône. A signaler des cristaux de béryl blanc jaunâtre, rencontrés avec almandin, tourmaline et muscovite, au cours du percement du tunnel de Marand près Lozanne.

Madagascar. — Le béryl est très fréquent dans les pegmatites à grands éléments, où il se présente en cristaux, aux dimensions parfois colossales. Engagés dans les feldspaths et plus souvent dans le quartz, ils sont, d'ordinaire, fendillés en totalité ou en partie, opaques, et plus ou moins kaolinisés, mais ils renferment souvent des portions

intactes, homogènes, qui sont utilisées comme pierres précieuses de prix, à cause de leur limpidité et de leur belle couleur; parfois, ces gemmes sont givrées par suite de l'existence de nombreuses inclusions liquides à bulle.

Aux affleurements kaolinisés des filons, le béryl est souvent extrait en fragments anguleux ; les cristaux nets sont généralement ceux qui sont englobés dans le quartz. Il y a lieu de distinguer deux types.

Béryl aigue-marine. Le béryl incolore, vert ou bleu (*aigue-marine*), ainsi que des variétés opaques, jaunes ou verdâtres, accompagnent la muscovite (parfois palmée), la biotite, la tourmaline noire et plus rarement les tourmalines polychromes dans des pegmatites souvent très quartzeuses d'un grand nombre de régions du massif central; dans les gisements, où il existe à la fois des cipolins, des quartzites et des micaschistes, le béryl paraît être surtout abondant dans les filons traversant ces deux dernières roches.

Les formes sont généralement réduites au prisme hexagonal m $(10\bar{1}0)$ basé, avec quelquefois (sources de la Sahatoarendrika), h^1 $(11\bar{2}0)$ très réduit; j'ai observé cependant la combinaison p (0001), m $(10\bar{1}0)$, b^1 $(10\bar{1}1)$ sur un beau cristal bleu translucide, engagé dans le quartz d'un filon de Maharitra.

Voici les principaux gisements, indiqués en partie déjà par M. Dabren, par MM. Duparc, Wunder et Sabot ou par moi-même ; ce sont ceux qui fournissent ou ont fourni des pierres taillables; je les énumère dans le même ordre que celui qui a été suivi pour la tourmaline.

District de Vakinankaratra. — Un grand nombre de ces gisements peuvent être groupés autour d'Antsirabé. A l'est : région du Vontovorona, du Iankiana, du Mont Vohibé.

A l'ouest d'Antsirabé, sur la route de Betafo, il faut citer Ambohimarina et Antanibé (béryl bleu pâle), la région d'Antanamalaza et divers gisements au sud-ouest du lac Andranobé (béryl vert et bleu verdâtre dans quartz rose), puis près d'Analalava, le plateau d'Ampatsakana (énormes cristaux kaolinisés avec tourmaline noire et muscovite).

Au sud-ouest d'Antsirabé et de Betafo, se trouvent de nombreux gisements : Ambohimanana, Mont Maropapango et non loin de là, le mont Vohitromby, Tongafeno, le Mont Ialamalaza, etc.

Le gisement le plus remarquable de cette région est celui de Tongafeno. La pegmatite à énormes éléments, riche en quartz rose, traverse

une norite, elle-même intrusive dans les micaschistes ; le béryl se rencontre en cristaux de plusieurs kilogrammes, dont sont extraites de jolies pierres, les unes d'un vert jaunâtre ou bleuâtre, les autres d'un bleu magnifique[1], légèrement teinté de noir, qui est très spécial à certains béryls malgaches. Ce sont ces filons, qui ont fourni le béryl et la tourmaline représentés par la fig. 15 de la page 728.

J'ai décrit plus haut, page 673, la remarquable pegmatite du petit Ambohimanjaka du Sud, au Nord-Est de Bétafo, qui renferme, comme élément normal, un béryl d'un bleu de Prusse, associé à de la rubellite.

Au Sud d'Antsirabé, et près de Mandrarivo, se trouvent plusieurs gisements intéressants : Tetehina (cristaux d'un bleu vert pâle avec tourmaline noire), Ambatolampy (énormes cristaux bleu de ciel atteignant 0 m. 60) et surtout Antaboka (béryl vert asperge ou du même bleu que celui de Tongafeno, avec amazonite, tourmalines noires ou violacées). Ce gisement a fourni aussi des cristaux d'un vert de mer, présentant des portions d'un rose pâle.

Plus au sud, certains des filons de Maharitra renferment de beaux cristaux bleus, verts ou incolores, ainsi que du béryl pierreux.

De nombreux gisements se trouvent sur le versant sud-est du mont Bity : à citer Sahanivotry (dans pegmatite très kaolinisée, avec quartz rose et tourmaline) et les gisements voisins de Sakalina et de Marorano ; le Mont Vorondolo (énormes cristaux pierreux jaunes et verdâtres) ; les sources de la rivière Sahatoarendrika (cristaux bleuâtres *pmh*[1]), Ambatoharanana, Amboary (vert bleuâtre) et aussi Lapatorendrika (bleu clair, vert pâle, pierreux).

District d'Ambositra. — Très gros cristaux verts ou bleus entre Ambatolampy et Ambositra ; très belles pierres vert d'eau ou d'un bleu clair de grande taille à Ifempina ; à l'ouest d'Ambositra, le Mont Ambero à 1 km. d'Ambatojirika (cristaux translucides de couleur variable d'un point à un autre, améthystes, verts ou blancs, avec petites tourmalines bleues).

District de Fianarantsoa. — Dans le nord-ouest : Ikalamavony, Anadabomaro sur la rive gauche de la Matsiatra ; Mahasetsa à l'ouest d'Ikalamavony (béryl bleu et vert dans quartz rose) et les rives de la Manambovona (béryl bleu) ; au sud-ouest, le Mont d'Ambatomanga à 25 km. ouest d'Ambalavao.

1. Ce béryl, comme beaucoup de ceux de Madagascar, est très pléochroïque : $\mathbf{n}_g =$ bleuâtre pâle ; $= \mathbf{n}_p$ bleu foncé.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont mesuré sur l'aigue-marine les constantes suivantes (Na), dont les valeurs sont extraites du second des mémoires cités à l'article tourmaline et qui rectifient celles données dans leur mémoire antérieur.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E	Densité
Tetehina	1,5818	1,5756	0,0062	9°44′	2,712
Ambatolampy	1,5834	1,5774	0,0060	10°12′	2,719
Tongafeno (vert)	1,5834	1,5778	0,0056	8°42′	2,738
— (bleu)	1,5856	1,5791	0,0065		
Antaboka	1,5899	1,5831	0,0068	5°23′	2,748

Béryl rose. — En décrivant sous le nom de béryl riche en alcalis les premiers béryls roses (rose fleur de pêcher à rose saumon) trouvés en place à Madagascar (à Maharitra), j'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 236. 1908 et XXXIII. 44. 1910) qu'il existe deux types, de caractères extérieurs identiques, dont l'un possède une densité et des indices de réfraction très voisins de ceux du béryl normal, alors que l'autre est plus dense et plus réfringent. Des essais qualitatifs m'ayant permis de constater que ce dernier est riche en métaux alcalins et notammeut en césium, j'ai rapproché ce fait de l'existence aux États-Unis de béryls contenant du césium et possédant une densité élevée et j'ai émis l'hypothèse que les propriétés spéciales des béryls de Maharitra sont fonction de l'existence des métaux alcalins et en particulier du césium. Cette hypothèse vient d'être confirmée par M. Ford (*Amer. J.* XXX. 129. 1910) à l'aide de la mesure des indices de réfraction de ces béryls américains et en outre de l'analyse d'un béryl de Madagascar. Cette démonstration de l'influence sur les caractères physiques du remplacement de la glucine à poids atomique faible (25,17) et par suite à énergie réfractive minime, par des alcalis à poids atomique élevé (Li^2O 30,06, Na^2O 62,10, K^2O 94,30, Cs^2O 280,76) peut être faite à l'aide des seuls béryls roses de Madagascar et elle permet en outre de montrer qu'en réalité dans cette région, il n'existe pas deux types distincts de béryl, mais une série continue, dont les termes sont de plus en plus riches en métaux alcalins et particulièrement en césium et en lithium, en même temps que croissent leur densité[1] et leur réfringence. Voici une série de données numériques concernant ces béryls qui proviennent :

1. Dans un lot de fragments, provenant de Vohidahy, les prises de densité ont fourni un grand nombre de valeurs s'échelonnant entre 2,720 et 2,784.

a de Tsilaizina (Duparc, Wunder et Sabot, *op. cit.*, 371)[1].
b Vohidahy (A. Lacroix et Rengade).
c de Madagascar, sans précision de gisement (Ford, *op. cit.*).
d de Maharitra (A. Lacroix et Rengade).

	a	*b*	*c*	*d*
SiO^2	64,76	62,70	62,79	60,39
Al^2O^3	18,14	30,20	17,73	29,05
GlO	13,76		11,43	
FeO	»	1,04	»	0,26
MnO	0,003	tr.	»	tr.
CaO	»	»	»	0,34
Cs^2O	»	1,43	1,70	4,56
K^2O	0,04	»	»	»
Na^2O	0,73	1,03	1,60	0,24
Li^2O	0,15	0,83	1,68	2,00
P.f.	2,24	1,74	2,65	1,65
	99,82	99,04	99,58	98,49

		a	*b*	*c*	*d*
Alcalis	=	0,92	3,29	4,98	6,80
Densité	=	2,716	2.75	2,79	2,81
n_g	=	1,5822	1,5860	1,59500	1,5996
n_p	=	1,5760	1,7795	[1,58691 env.]	1,5811
$n_g - n_p$	=	0,0062	0,0065	[0,00809 env.]	0,0085

Les indices sont donnés pour la lumière du sodium.

Voici en outre quelques constantes concernant *a* le béryl d'Anjanabonoina et des échantillons de Maharitra, qui n'ont pas été analysés : *b* (Lx), *c* (Duparc, Wunder et Sabot).

		a	*b*	*c*
n_g	=	1,5957	1,5977	1,6002
n_p	=	1,5875	1,5894	1,5921
$n_g - n_p$	=	0,0082	0,0083	0,0081
Densité	=	2,805	2,80	2,88

La plupart des gisements de béryls roses se trouvent à l'ouest et au sud-ouest du mont Bity, dans les filons de tourmalines polychromes.

Ceux de Maharitra ont fourni les plus beaux cristaux au point de vue de la forme ; ils peuvent dépasser 20 cm. de plus grande dimension, tout

1. Le béryl rose décrit tome II, page 9, possède des propriétés presque identiques à celui de Tsilaizina et vient probablement de la même région : la localité de Farafatrana (côte orientale), indiquée alors, doit être celle du port d'où le minéral a été envoyé en France.

en restant parfois transparents ou tout au moins translucides dans la plus grande partie de leur masse. Les cristaux de densité voisine de 2,75 sont parfois fissurés et seulement transparents par place ; j'en ai observé de blanc laiteux en partie opaques, avec taches d'un rouge carmin ; ils constituent un élément ancien de la pegmatite. Les cristaux du type dense sont plus rares ; leur couleur est généralement d'un rose vineux ou d'un rose orangé (par oxydation?) ; leurs faces ou certaines de leurs faces sont planes et brillantes ; de profondes figures de corrosion s'observent parfois sur la base, elles ont la forme de pyramides hexagonales (fig. 1), dont les côtés sont parallèles à la direction des arêtes

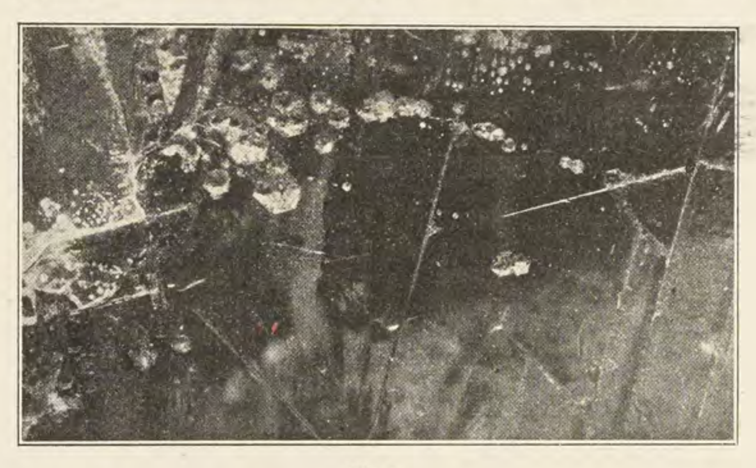


Fig. 1.
Figures de corrosion sur la face a^1 (0001) du béryl (*vorobejvite*) de Maharitra.

pb^1, elles portent aussi de profondes cannelures, se coupant et dessinant ainsi de grands triangles équilatéraux, dont les côtés sont respectivement parallèles à trois des arêtes de la face hexagonale (fig. 2) ; leur existence semble indiquer une symétrie ternaire. Ces cristaux denses paraissent être drusiques et par suite de formation postérieure aux cristaux plus légers ; ils supportent parfois des buissons d'aiguilles de tourmaline rose très pâle de seconde génération.

A Vohidahy au sud de Maharitra et à Tsilaizina, près des gorges de la Manandona, les cristaux nets sont extrêmement rares et le béryl rose appartenant au type le plus léger est extrait de la gangue kaolinisée sous forme de fragments plus ou moins fissurés. Quelques cristaux (type dense) ont été trouvés à Antandrokomby et le Muséum en possède un entier engagé dans la pegmatite.

En dehors de cette région, le béryl rose a été trouvé en très beaux et très gros échantillons transparents, ou translucides, d'un rose fleur de pêche particulièrement joli à Anjanabonoina, dans le massif du Mont Olotsingy (sud de Betafo), avec rubellite, hambergite, danburite ; je dois à M. Buhan la connaissance des minéraux de ce gisement. Enfin, M. Duparc a décrit une pierre taillée, extraite d'un échantillon provenant de Tsaravovona près Mandrarivo.

Fig: 2
Cristal de béryl (*vorobejvite*) de Maharitra, montrant des stries triangulaires sur a^1. (*Photographie un peu réduite.*)

La forme des béryls roses est en général très différente de celle des béryls aigue-marine. En effet, je n'ai vu que cinq cristaux se présentant sous forme de prismes hexagonaux et encore ceux-ci sont-ils, non pas allongés, mais plus ou moins raccourcis suivant l'axe vertical. Trois proviennent d'Antandrokomby (type dense), le quatrième de Tsilaizina ($p\ m\ a^1$, voir figure 13, page 18 du tome II) ; ce dernier, plus allongé que les précédents, correspond à l'analyse a (type le plus léger). Enfin le dernier a été recueilli à Anjanabonoina, il établit un passage à ceux qui vont être décrits plus loin, car le prisme est, non plus m, mais h^1 $(11\bar{2}0)$ et la pyramide dominante a^1 $(11\bar{2}1)$; elle est accompagnée de $a^{4/3}$ $(33\bar{6}4)$, ne formant que de petites facettes (fig. 3).

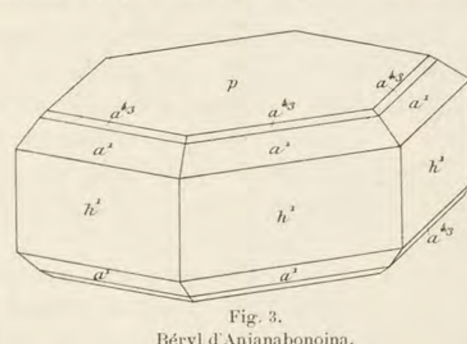


Fig. 3.
Béryl d'Anjanabonoina.

Tous les cristaux de Maharitra, quelle que soit leur densité, sont aplatis suivant p (0001) ; ceux que j'ai examinés portent en outre a^1 $(11\bar{2}1)$

comme pyramide dominante, avec parfois $a^{4/3}$ $(33\bar{6}4)$ (à faces généralement ternes), a_3 $(31\bar{4}1)$, m $(10\bar{1}0)$ et plus rarement h^1 $(11\bar{2}0)$. Les figures 4 et 5 représentent les deux principales combinaisons ; c'est

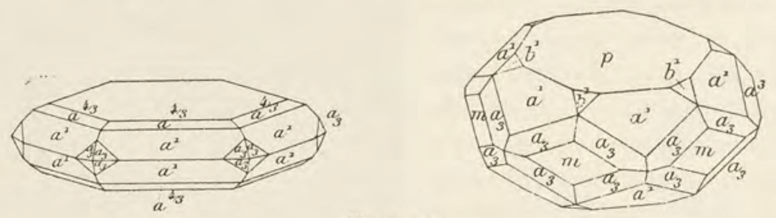


Fig. 4 et 5.
Béryl (*vorobejvite*) de Maharitra.

particulièrement sur les cristaux du type de la figure 4 que j'ai observé de petites facettes h^1 $(11\bar{2}0)$. J'ai mesuré les angles suivants sur un cristal très limpide du type dense, mesurant environ 3 cm.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
b^1a^1	156°44′	156°43′	pa^1	135° 4′	135° 5′
a^1a_3	156°43′	156°48′	$pa^{4/3}$	143°12′	143°
b^1m	104°27′	104°31′	pb^1	150° 3′	149°58′
a^1m	127°43′	127°48′	a_3a_3	155° 0′	155°
a_1m	151° 0′	151° 0′			
a^1a^1 s. m	75°26′	75°18′			
a_3a_3 s. m	122° 0′	121°51′			
a^1a^1	90° 8′	90° 5′			

Cette forme la plus habituelle des cristaux de Maharitra rappelle celle du béryl riche en césium de l'Oural, auquel M. Vernadsky a donné récemment le nom de *vorobejvite* (*worobéwite*) (*Trav. Mus. géol. Pierre-le-Grand Acad. Saint-Pétersbourg*. II. 1908) ; il serait commode de le conserver pour désigner le terme le plus riche en césium de la série qui nous occupe.

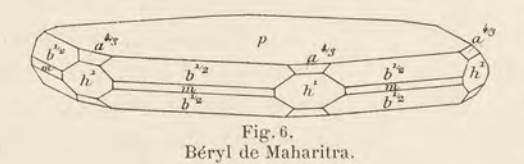


Fig. 6.
Béryl de Maharitra.

Je noterai pour terminer que MM. Duparc, Wunder et Sabot ont décrit de Maharitra un cristal présentant un facies différent du précédent (fig. 6) et que je n'ai pas observé moi-même, $b^{1/2}$ $(20\bar{2}1)$ en est la pyramide prédominante.

Quelques-uns des cristaux de béryl dense que j'ai observés ne pré-

sentent que deux ou trois faces nettes ; ils sont profondément corrodés, à la façon des échantillons de pollux de l'île d'Elbe, sans figures de corrosion ; leurs cavités sont remplies par du kaolin.

Le cristal représenté par la figure 4 mesure 8 cm. de plus grande dimension ; celui de la figure 5 n'a que trois centimètres, mais il est parfaitement limpide.

Les béryls roses de Madagascar constituent une fort belle gemme, qui me paraît n'avoir jusqu'à présent d'équivalent dans aucun autre pays ; au point de vue de la détermination pratique des pierres précieuses, il est nécessaire de tenir compte des valeurs élevées de la réfrigence et de la densité indiquées plus haut, qui pourraient dérouter les minéralogistes, habitués à voir le béryl figurer sur les tables de détermination des gemmes avec des constantes beaucoup plus faibles.

GROUPE DES FELDSPATHS

ORTHOSE ET ANORTHOSE (T. II, p. 64 et 114).

Composition chimique. M. Barbier a donné (*B. S. M.* XXXIII. 81. 1910) les analyses suivantes d'orthoses : *a*) Villeneuve près Saulieu et *b*) Chausseroze près Vic-sur-Theil (*Côte-d'Or*) ; *c*) Limonest et *d*) Francheville-le-Haut ; *e*) Montaudou (enclaves dans basalte), *f*) Irigny, *g*) Beaunan, *h*) Gournay par Authezat-la-Sauvetat (*P.-de-D.*), *i*) Francheville-le-Bas (*Rhône*).

	SiO^2	Al^2O^3	CaO	K^2O	Na^2O	P.f.	
a	65,87	19,38	0,38	12,89	1,26	»	= 99,78
b	66,91	18,52	0,51	5,26	8,16	0,39	= 99,78
c	65,46	19,09	0,62	11,69	2,58	0,45	= 99,89
d	64,74	19,58	0,77	12,13	2,08	0,62	= 99,92
e	66,42	19,63	»	8,95	4,20	0,73	= 99,93
	66,31	20,41	0,83	8,72	3,71	»	= 99,98
f	69,09	19,02	0,46	5,36	7,81	»	= 99,74
g	69,10	19,09	0,54	4,31	8,71	»	= 99,75
h	69,92	19,15	0,48	3,75	9,67	»	= 99,97
i	67,11	19,13	0,39	3,61	9,62	»	= 99,86

Le même auteur, à la suite de l'examen comparatif d'un grand nombre d'orthoses et de microclines (*B. S. M.* XXXI. 160. 1908), a trouvé que, dans les échantillons étudiés par lui, l'orthose renferme d'une façon constante de traces de lithium et parfois de rubidium,

décelables au spectroscope, alors que le microcline n'en contiendrait pas ; il voit là un procédé de distinction des deux minéraux. Peut-être l'explication de cette différence devrait-elle plutôt être cherchée dans la composition du magma d'où proviennent ces roches. C'est ainsi que dans les pegmatites à tourmaline polychrome de Madagascar tous les silicates, y compris le microcline, qui en est le feldspath dominant, sont lithinifères.

Le lithium seul a été trouvé dans l'orthose de Four-la-Brouque et de Royat (*Puy-de-Dôme*), de Clis (*Loire-Inférieure*) ; le rubidium seul dans celui d'Authezat-la-Sauvetat, de Montaudou (*Puy-de-Dôme*), d'Irigny (*Rhône*) ; le lithium et le rubidium dans celui de Francheville, de Saulieu et de Chausseroze (*Côte-d'Or*), de Saint-Clair près Nantes.

Enfin, MM. Barbier et Prost ont déduit des analyses citées plus haut (*Bull. Soc. Chim. France*. II. 894. 1908) l'opinion qu'il doit exister une orthose uniquement sodique, monoclinique. M. Schaller vient de proposer (*Amer. J. of. sc.* XXX. 358. 1910) de l'appeler *barbiérite*.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Les petits cristaux noirs d'orthose des calcaires de la vallée d'Héas, que j'ai cités page 105, sans indication de conditions de gisement, sont dus à l'action métamorphisante du granite ; j'en ai trouvé d'identiques au voisinage de la Piquette déras lids.

Plateau Central. — *Charente*. Les fentes du granite des environs d'Esse renferment de jolis cristaux de quartz enfumé et d'orthose. Les cristaux simples ont la forme de l'adulaire : $m\ p\ a^1$ et g^1 réduit ; la macle de Baveno est fréquente (Pierres fromagères, La Quayre à Esse, Château-Guyon). Les cristaux présentent parfois h^1 (pont de Reims à Brillac).

Haute-Vienne. Des cristaux de 3 à 4 cm. se trouvent dans les microgranites des cristaux de Limoges : Feytrat, Crochat, Pouzel, etc.

Aveyron. Les champs situés au-dessous de la Barre en Montagnol renferment des cristaux d'orthose provenant d'un microgranite et offrant une grande ressemblance avec ceux du moulin de Croux (*Saône-et-Loire*).

Puy-de-Dôme. Aux gisements signalés page 100, dans le massif du Mont-Dore, je joindrai encore un dyke de trachyte à grands cristaux situé au Puy Gros du Sancy, d'où il est possible d'extraire de beaux cristaux isolés ou adhérents à une gangue non ponceuse ; à citer aussi

les couches de cendres trachytiques des hautes parties des ravins du Riveau Grand.

Dans plusieurs notes récentes, M. Gonnard (*B. S. M.* XXXI. 276 et 296 1908 et XXXII 11.1909) et M. Vigier (*B. S. M.* XXXII. 155. 1909 et *Bull. Stat. Limn. Besse*, I. 279. 1909) ont publié la description d'un grand nombre d'associations régulières des cristaux d'orthose du microgranite de Four-la-Brouque (les Moedas).

Elles se rapportent à deux catégories : 1° groupements plus ou moins compliqués des diverses macles (Carlsbad, Baveno, Four-la-Brouque, etc. connues dans ce gisement) entre elles ou avec des cristaux simples, groupements du genre de ceux décrits tome II. D'après ces auteurs, il n'y a pas de symétrie dans leur ensemble.

2° Groupement symétrique de deux cristaux, par rapport à des plans de symboles simples, connus dans l'espèce (m, g^2, $a^{1/2}$) ou plus souvent suivant des plans compliqués ne correspondant pas à des formes connues, tels que $o^{3/2}$ (203), $o^{4/15}$ (15.0.4), $a^{8/15}$ ($\bar{1}5.0.8$), $a^{11/7}$ ($\bar{7}.0.11$), $e^{2/9}$ (092), $g^{11/7}$ (290), etc. Si l'on tient compte de ce que ces groupements, généralement observés une seule fois, n'ont fait l'objet que de mesures approximatives au goniomètre d'application, peut-être est-il nécessaire de faire quelques réserves sur leur véritable signification.

Corse. M. Deprat a signalé (*C. R.* CXXXIII. 755.1906) à Partinello, sur le chemin muletier du col de Melza, dans un microgranite altéré, de gros cristaux d'orthose, appartenant aux deux types communs, avec de grandes macles de Carlsbad et de petites macles de Manebach et de Baveno.

Le même auteur a rencontré dans le granite porphyroïde de la pointe de Cargèse (*B. S. M.* XXXI. 271. 1908) des cristaux d'orthose (p g^1 m $a^{1/2}$) toujours maclés suivant la loi de Carlsbad, et atteignant 14 cm. $\times$ 7. Ils ne peuvent être isolés de leur gangue.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Tandis que les feldspahs des syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma sont constitués par des microperthites de microcline et d'albite, les syénites néphéliniques à barkévicite et augite, qui forment le type dominant dans les îles de Foutabar et de Kassa, contiennent soit de l'orthose sodique, soit de l'anorthose dépourvue de macles. Dans les pegmatites à très grands éléments, qui abondent, notamment près du village de Kassa

et au phare de la pointe Topsail (île de Foutabar), les feldspaths, aplatis suivant g^1 et atteignant plusieurs centimètres, sont translucides et chatoyants dans les teintes bleues, comme la *cryptoperthite* de Laurvig, quand ils sont frais ; par altération, ils deviennent d'un blanc laiteux et l'on peut constater alors par l'examen microscopique, qu'ils sont troubles en lames minces et plus ou moins complètement transformés en albite.

Madagascar. — A Nosy komba et dans les gisements de la baie d'Ampasindava, c'est aussi l'orthose ou l'anorthose, qui constituent les feldspaths des syénites néphéliniques à barkévicite et les feldspaths alcalins des monzonites néphéliniques (voir à *néphéline*). Il en est de même pour des roches similaires de *Tahiti*.

J'ai décrit (*B. S. M.* XXXI. 318. 1908) une curieuse syénite à pyroxène provenant de 4 km. sud-ouest de Sabotsy, à l'ouest de Fianarantsoa. Dans une pâte grenue de microcline rose, veiné d'albite, et de diopside (un peu ouralitisé), avec une petite quantité de biotite, de titanomagnétite et de sphène, se remarquent des cristaux d'orthose, aplatis suivant g^1, orientés dans une même direction et atteignant 4 cm. de plus grande dimension ; ils sont maclés suivant la loi de Carlsbad et doivent leur couleur violacée à d'innombrables ponctuations de magnétite, distribuées uniformément, sans orientation géométrique. Çà et là, la production de fines veinules d'albite secondaire a entraîné la disparition de ces inclusions. La collection Baron renferme une roche identique indiquée comme provenant d'Antoby à l'Ouest du Mont Vavavato.

Comores. — Les sables basaltiques d'Anjouan renferment des fragments transparents d'anorthose (densité 2,60) associés à de l'andésine, du zircon, de l'augite, etc.

ISORTHOSE

Sous ce nom, M. Duparc a décrit (*C. R.* CXXXVIII. 714. 1904) une orthose d'un microgranite de l'Oural, présentant comme caractère distinctif d'avoir sa bissectrice aiguë *positive* (perpendiculaire à g^1). J'ai rencontré ce feldspath, sous forme de très grands microlites, dans l'haüynophyre leucitique de Vaïrao (*Tahiti*) ; il englobe pœcilitiquement des microlites filiformes d'augite.

MICROCLINE (T. II, p. 118).

Composition chimique. M. Barbier a constaté par l'étude spectroscopique (*B. S. M.* XXXI. 164. 1908) l'absence du lithium et du rubidium dans le microcline des localités suivantes (voir plus haut) : Auzon, Mesvres (*Saône-et-Loire*) ; la Vilate (*Haute-Vienne*) ; Roguédas (*Morbihan*) ; Couéron, le Pouliguen, Saint-Viaud (*Loire-Inférieure*) ; Brignais (*Rhône*).

Plateau Central. — *Loire*. M. Gonnard a signalé (*B. S. M.* XXVIII. 17. 1905) que les cristaux de microcline de Vizézy sont formés par des lames empilées parallèlement à h^1, face qui est parfois nette.

Madagascar. — Le microcline paraît être le feldspath dominant des roches granitiques de Madagascar ; il est particulièrement fréquent dans les pegmatites, celles-ci renferment parfois des cristaux qui, dans les gisements de tourmaline du massif du Bity, atteignent jusqu'à 20 kg. Ils présentent les macles de Baveno et de Carlsbad (Maharitra).

La variété *amazonite* est fréquente dans les pegmatites à tourmaline des provinces centrales ; on observe toutes les teintes possibles entre le vert le plus vif et le blanc verdâtre ou même le blanc de lait ; il n'est pas rare de trouver des plages de quelques centimètres de plus grande dimension, dans lesquelles il existe ces différences de nuances. Je citerai quelques gisements : la montagne d'Isaka à environ 36 km. au sud d'Ambohimanambola ; Antaboka près Mandrarivo, Antsangambato ; Maharitra, Vohidahy et d'une façon plus générale les pegmatites à tourmaline polychromes de la vallée de la Sahatany ; les environs d'Ambositra (à l'ouest d'Ambatofangehana, au sud d'Ambohimilemaka) et aussi, dans la province de Fianarantsoa, à l'ouest de Mody, sur la Miatsiatra et au mont Vohibarika.

Le microcline de ces pegmatites possède la structure quadrillée très fine ; il est très fréquent à Maharitra de voir l'un des individus constituant la macle, prendre un développement plus grand que les autres et j'ai même observé un échantillon dépourvu de toute macle.

Dans les géodes des pegmatites exploitées pour leur rubellite, il est fréquent de voir le microcline blanc ou noir, progressivement transformé en albite.

MM. Duparc, Wunder et Sabot ont donné les analyses et les constantes suivantes du microcline *a* d'Antsangambato (Densité = 2,5619) et *b* d'Antaboka (amazonite. Densité = 2.5762).

	SiO^2	Al^2	Fe^2O^3	CaO	MgO	K^2O	Na^2O
a	64,36	18,12	0,45	0,33	tr.	13,63	3,05 = 99,94
b	63,55	18,55	0.340,	36	0,10	13,90	3,30 = 100,10

	a	*b*
n_g	= 1,5252	1,5254 (Na)
n_m	= 1,5220	1,5227
n_p	= 1,5248	1,5193

Ardennes. — *Ardennes*. M. J. de Lapparent a étudié récemment (*B. S. M.* XXXII. 249.1909) les porphyroïdes (microgranites) de l'Ardenne et montré qu'ils renferment deux variétés de microcline, l'une quadrillée, l'autre ne présentant que la macle de l'albite, avec bandes épaisses, courtes et discontinues. Ces derniers cristaux, et ceux-là seulement, se transforment plus ou moins totalement en albite (voir page 820). La composition chimique de ces porphyroïdes montre qu'ils sont presque dépourvus de chaux et comparables aux kératophyres allemands.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Les feldspaths des syénites néphéliniques de l'île de Rouma (voir à *néphéline*) sont constitués par du microcline, ne présentant que la macle de l'albite, en bandes très discontinues : ce feldspath est associé en microperthite très fine, à l'albite. Cette microperthite est surtout facile à étudier dans les pegmatites hololeucocrates, qui entourent les ségrégations lujauritiques (voir à *eudialyte*) ; elles sont parfois presque exclusivement constituées par des lames aplaties suivant g^1, ayant jusqu'à 5 ou 6 cm. de plus grande dimension ; elles sont empilées les unes sur les autres en gerbes ou bien sont enchevêtrées.

5° *Dans les calcaires sédimentaires non métamorphiques.*

M. Grandjean a décrit (*B. S. M.* XXXII. 103. 1909 et XXXIII. 81. 1910) les cristaux automorphes de feldspaths, qu'il a rencontrés dans un grand nombre de calcaires sédimentaires : calcaire hettangien du Mont-Dore lyonnais (*Rhône*) ; calcaire bajocien de Port-en-Bessin (*Calvados*) ; bathonien de Saint-Pezene, près de Niort (*Deux-Sèvres*) ;

calcaire oxfordien entre Toul et Saint-Mihiel (*Meurthe-et-Moselle*); craie sénonienne, calcaire pisolitique danien de Meudon, calcaire grossier lutétien de Paris. Ces cristaux, généralement limités par les faces p, m, g^1, a^1, présentent des extinctions de $+5$ à $+10°$ sur g^1; sur p, l'extinction est généralement sur le bord de 0 par rapport à la trace de g^1, mais atteint jusqu'à 20° dans la partie centrale. Quelquefois on observe de fines stries de la macle de l'albite ou le quadrillage du microcline. Un échantillon a été analysé, provenant de la craie de Meudon : il s'agit d'un feldspath alcalin avec $K^2O > Na^2O$. M. Grandjean le rapporte au microcline.

Ces feldspaths ont la même origine que ceux décrits dans des gisements du même genre, tome II, page 108.

ALBITE (T. II, p. 138).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. J'ai trouvé près de l'auberge du lac d'Aydat, immédiatement au-dessus de la route, des blocs de diorite devenus caverneux à la façon d'une cargneule. L'amphibole a entièrement disparu et le labrador est en voie de transformation en albite rosée, dont les cristaux, assez peu nets ($pmta^1a^{1/2}$), s'isolent dans des cavités miarolitiques.

Ardennes. — Dans le travail sur les porphyroïdes (microgranites alcalins) de cette région, auquel il est fait allusion page 818, M. J. de Lapparent a admis l'existence dans ces roches de deux types d'albite, l'une est produite par substitution graduelle du microcline non quadrillé et de celui-là seulement, cette variété présente les macles de l'albite courtes et interrompues ; l'autre forme des cristaux indépendants, à aspect normal, qui ne sont autres que ceux que j'ai moi-même décrits tome I, p. 145. Ces cristaux viennent parfois constituer une croûte autour des cristaux de microcline ; l'albite de ce dernier type est celle qui se trouve dans la pâte de la roche.

L'albite est le feldspath prédominant, soit en cristaux isolés, soit associé en microperthite avec anorthose ou microcline, dans tous les types de syénites néphéliniques à ægyrine, qui sont énumérés à l'étude de la néphéline (*Pyrénées*, *Iles de Los*, *Madagascar*), alors qu'elle ne constitue qu'un feldspath accessoire dans les types à barkévicite (voir à *microcline* et *anorthose*).

Alpes. — *Savoie*. J'ai observé de cristaux jolis d'albite (type de

ceux de l'Oisans), associés à de la stibine dans un filon de quartz de Sainte-Marie-de-Servoz. C'est un gisement à comparer à celui de Pesey, cité page 158.

Madagascar. — L'albite est très fréquente dans les pegmatites à tourmaline du centre de l'île (notamment à Maharitra, Antandrokomby). Les cristaux de microcline faisant saillie dans les géodes sont souvent partiellement ou totalement transformés en albite, qui présente des formes nettes ; ce dernier feldspath est contemporain d'une nouvelle génération de rubellite ; j'ai vu notamment des échantillons de Maharitra, dans lesquels de grands cristaux de microcline, devenus cloisonnés par altération, sont transformés en albite blanche, qui supporte de petites aiguilles rose pâle de rubellite, des lamelles de lépidolite et de bityite.

Enfin, à Maharitra, les géodes sont quelquefois remplies par un agrégat lâchement uni de lépidolite rose, de bityite, de rubellite, renfermant de grands cristaux d'albite aplatis suivant g^1 ; ceux-ci, d'un blanc laiteux, sont associés à du quartz et atteignent plusieurs centimètres.

Du même gisement, j'ai vu des agrégats de gros cristaux aplatis d'albite jaune, dont le facies est déterminé par la prédominance de p (001) et de a^1 ($\bar{1}01$) ; ils englobent de gros cristaux de quartz hyalin.

FELDSPATHS CALCOSODIQUES

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Les fumerolles, qui ont métamorphisé les scories basaltiques des environs de Royat (voir dans ce volume page 769), ont développé à la surface de celles-ci de petites paillettes extrêmement minces de labrador, quelquefois cerclées d'andésine ; elles sont généralement très aplaties suivant g^1 et limitées par les faces p, a^1, m, t .

Comores. — De jolis fragments transparents d'andésine (densité 2,65 à 2,68) accompagnent l'anorthose, le zircon, la hornblende, l'augite, l'olivine, etc. dans les sables basaltiques d'Anjouan.

Antilles. — *Mārtinique et Guadeloupe.* La caractéristique des roches volcaniques de ces îles, comme aussi de celles de toutes les petites Antilles, réside essentiellement dans l'existence de plagioclases extrêmement zonés, dans lesquels sont associés des types de basicité

très différente; les plus basiques en particulier (bytownite et anorthite) ne sont pas rares. J'ai étudié en détail de nombreux exemples de ces feldspaths à l'occasion de l'éruption de 1902 de la Montagne Pelée (*Montagne Pelée et ses éruptions* 1904, voir planche XXVIII).

A la Martinique, une roche est spécialement remarquable, au point de vue de ses feldspaths, c'est l'andésilabradorite à cordiérite, quartz, olivine, hypersthène, augite, hornblende, etc., du Diamant. Des cristaux de bytownite-anorthite, atteignant plusieurs centimètres peuvent en être extraits. Ils présentent toutes les formes, simples ou maclées, habituelles aux feldspaths des roches volcaniques ; ils doivent leur couleur grise à l'abondance d'inclusions vitreuses.

MASKELYNITE [1]

Ce nom a été donné à une substance incolore, transparente, dépourvue de formes géométriques et d'action sur la lumière polarisée, qui se rencontre dans quelques météorites pierreuses. Sa dureté est de 6,5 ; sa densité de 2,65.

Au point de vue chimique, c'est un silicate d'aluminium, de calcium et de sodium, voisin du labrador, correspondant à environ 48,25 $^{0}/_{0}$ d'An et 51,75 d'Ab.

La maskelynite a été signalée dans la météorite de Château-Renard. Je l'ai observée dans celle de Saint-Christophe-la-Chartreuse (*Bull. Soc. sc. nat. Ouest.* VI. 104. 1906). J'ai pu constater que ce produit, riche en bulles, est concentré dans la croûte fondue ; il renferme souvent des sortes de glaçons de feldspaths et paraît provenir de leur fusion ; il est moins réfringent qu'eux. Cette observation vient donc à l'appui de l'opinion de Tschermak, qui suppose que la maskelinite est le résultat de la fusion du labrador.

SPHÈNE (T. II, p. 235).

Altérations. Depuis la publication du tome II, j'ai montré que les pseudomorphoses de sphène de Sainte-Marie-aux-Mines, décrites par Miller comme *brookite* (voir pages 227 et 252), sont en réalité consti-

1. A placer dans la systématique à la suite des *feldspaths* (t. II, p. 202).

tuées par de l'anatase, dont on trouvera la description tome III, page 187.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* J'ai rencontré (*B. C. F.* XI. 1900 n° 71. 36) du sphène sous une forme inusitée ; dans un granite surmicacé de l'émissaire du lac Caillaouas, cette roche, très riche en paillettes de biotite, présente des taches de 0 cm. 5 à 1 cm. de diamètre, dépourvues de mica et constituées par un mélange de plagioclases et de sphène jaune de miel ; dans chaque tache, il existe un seul cristal de sphène, englobant ophitiquement le plagioclase aplati. Je considère ce sphène comme d'origine primaire. J'ai observé une structure du même genre dans les monzonites intrusives du Cantal. M. Geijer a signalé récemment l'existence à Stockholm (*Upsala. Bull. geol. Inst.* VII. 1900. 1908) d'un semblable granite tacheté.

Dans le même mémoire, sur le granite des Pyrénées, j'ai décrit page 48, une roche magnifique, formant des enclaves au milieu du granite de la rive droite de la Neste, sur le bord sud du massif granitique de Bordères. Elle est constituée par du diopside vert foncé, un peu d'anorthite et beaucoup de sphène, dont il existe des milliers de cristaux dans un bloc de la grosseur de la tête ; ils sont d'un jaune de miel et présentent $d^{1/2}$ (111) dominant, avec h^1, p, et souvent m et o^2.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai recueilli de jolis cristaux de sphène jaune dans des blocs de phonolite à haüyne se trouvant dans le glaciaire d'Apchon et dont je n'ai pu trouver le gisement en place.

Puy-de-Dôme. Les cristaux de néphéline d'origine pneumatolitique du trachyte phonolitique de la Tuilière (voir dans le volume page 754) renferment en très grande abondance des inclusions de cristaux de sphène, filiformes suivant l'axe vertical ; des cristaux identiques se trouvent quelquefois dans les druses de la même roche au Puy Cordé.

J'ai pu examiner les cristaux jaunes, signalés page 248, à la surface de l'hématite du Puy de la Tache et donnés comme sphène, d'après M. Gonnard ; ils sont constitués par de l'augite jaune d'or.

Alpes. — *Isère.* De jolis cristaux blancs ou jaunes, très minces, de sphène du type VII se trouvent à Muratouse, avec épidote, quartz, albite et ripidolite.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* Presque complètement absent des syénites néphéliniques à ægyrine, le sphène est constant et

abondant dans les syénites néphéliniques à barkévicite ; dans celles de l'île de Foutabar, notamment à la pointe de Topsail, il forme des cristaux de 0 cm. 5 du type de la figure 17, page 247, dans lesquels $d^{1/2}$ et *m* sont à peu près également développés.

EUDIALYTE[1]

$Na^{13}(Ca\ Fe)^{6}Cl\ (Si, Zr)^{20}O^{52}$

Rhomboédrique : *pp* = 73°30′.

Angle plan de *p*=77°12′

[*a* : *b* = 1 : 2, 1116 (Miller).]

Formes et facies. L'eudialyte se présente en rhomboèdres, généralement basés et en prismes allongés suivant *c* ou aplatis. Fréquemment aussi, elle n'a pas de formes géométriques, et constitue des plages xénomorphes ou des masses grenues,

La variété *eucolite* résulte peut-être de l'altération de l'eudialyte.

Clivages. Clivages *p* $(10\bar{1}1)$, plus (*eudialyte*) ou moins (*eucolite*) distincts ; imparfaits suivant h^1 $(11\bar{2}0)$, *m* $(10\bar{1}0)$ et a^2 $(10\bar{1}4)$.

Dureté. 5 à 5,5.

Densité. 2,9 à 3,1.

Coloration et éclat. Rose carmin, brun rouge, brun-chocolat ; la structure zonaire est fréquente. Poussière incolore ou jaunâtre. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propiétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$) (eudialyte) ou *négative* ($\mathbf{n}_p$) (eucolite).

Ces deux types coexistent souvent dans un même cristal ; ils sont alors réunis par une zone de compensation isotrope (Ile de Rouma) :

	Eudialyte (Wülfing)	Eucolite (Brögger)
n_g =	1,6102	1,6205
n_p =	1,6084	1,6178
$n_g - n_p$ =	0,0018	0,0027

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est très variable avec la nature et l'intensité de la couleur et même dans un même cristal.

1. A placer dans la systématique à la suite du *sphène* (tome II, p. 233).

Parallèlement à l'axe $c = n_g$ ou n_p = rose carminé, à jaune vif.

Perpendiculairement à $= n_p$ ou n_g = jaune à incolore.

Composition chimique. La composition chimique est complexe, au lieu de la formule brute donnée plus haut, M. Brögger a proposé la suivante : $(Na,K,H)^4 [Ca,Fe,Mn,Ce(OH)]^3 Zr (SiO^3)^7$, avec $(ZrOCl^2)$, remplaçant une partie de SiO^2. Il existe aussi parfois un peu de niobium et de tantale. En moyenne, ce minéral comprend de 45 à 55 °/₀ de SiO^2, 12 à 16 de ZrO^2, de 10 à 12 °/₀ de chaux, autant de soude, et un peu de manganèse.

Essais pyrognostiques. Fond en un verre vert clair, opaque et en colorant la flamme en jaune. Fait gelée avec les acides ; la solution étendue colore en orange foncé le papier de curcuma (ZrO^2).

Altérations. L'eudialyte se transforme très fréquemment en catapléite, et plus rarement en zircon, etc., accompagnés de mésotype, d'ægyrine, de fluorine, etc.

Diagnostic. Les propriétés optiques, et notamment le pléochroïsme, les réactions pyrognostiques sont caractéristiques. Le minéral se distingue aisément des grenats biréfringents, par sa réfringence beaucoup plus faible.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'eudialyte est un minéral caractéristique des syénites néphéliniques très alcalines.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées.* M. Rosenbusch a indiqué (*Microsk.* Pfgr. II. 212. 1907) l'existence d'un minéral du groupe eudialyte-eucolite dans la syénite néphélinique de Pouzac. Bien que j'aie étudié un nombre considérable d'échantillons de cette roche, je n'ai jamais trouvé ce minéral, alors qu'au contraire, j'ai rencontré en très grande abondance du grossulaire, dont les propriétés sont décrites tome I. L'existence de l'eudialyte dans cette roche serait intéressante, car ce serait le seul cas, à ma connaissance, de la présence de ce minéral dans une syénite néphélinique non ægyrinique.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* L'île de Rouma mérite de devenir classique comme gisement d'eudialyte. Ce minéral, assez rare dans le type normal de la syénite néphélinique (il y joue le rôle de minéral intersertal), est presque constant dans de gros nodules, généralement entourés par une zone de pegmatite de syénite néphélinique très leucocrate. J'ai décrit sommairement toutes ces roches

(*C. R.* CLII. 681. 1906) et rapproché le type constituant ces ségrégations de la *lujaurite* de Kola et du Groënland ; elle est caractérisée par l'association d'une grande quantité d'ægyrine aciculaire, à de l'astrophyllite, de l'eudialyte, de la néphéline, de l'albite, etc.

A l'inverse de ce qui se passe cependant dans les lujaurites normales, l'eudialyte est d'ordinaire l'élément le dernier consolidé ; elle englobe pœcilitiquement l'ægyrine et l'albite et forme quelquefois la trame de la roche. Quand elle n'est pas régulièrement distribuée, elle y constitue des taches de plusieurs centimètres, ou s'isole en petits grains d'un beau rouge grenat. En lames minces, on constate une grande inégalité de biréfringence, de coloration et par suite de pléochroïsme ; parfois d'une biréfringence uniforme, elle présente plus souvent dans un même individu, non pas des zones concentriques, mais des alvéoles irrégulières. La biréfringence est souvent plus faible le long des cassures ; on constate fréquemment dans un même cristal des portions optiquement différentes, séparées par des zones (de compensation) monoréfringentes. Quelquefois des lambeaux biréfringents apparaissent sans transition au milieu de parties monoréfringentes ; je n'ai pu constater aucune différence de réfringence entre ces diverses variétés. Les variations de couleur ne sont pas moins grandes ; des plages jaunes sont dépourvues de pléochroïsme ; des portions roses ont quelquefois une teinte uniforme et alors pâle, mais la coloration et le pléchroïsme augmentent fréquemment le long de cassures ou de clivages. J'ai observé des auréoles pléochroïques roses autour d'inclusions d'ægyrine.

Les altérations en catapléite sont fréquentes. Les lamelles hexagonales de ce minéral sont quelquefois orientées parallèlement à la base de l'eudialyte, plus souvent, elles sont disposées sans ordre ; elles sont mélangées à de la fluorine violette, de l'ægyrine, du grossulaire, etc.

Madagascar. — J'ai rencontré (*Nouv. Arch. Muséum.* V. 185, 1903) l'eudialyte d'un beau rose, en voie de transformation en catapléite, dans une syénite néphélinique à ægyrine de la rive droite de la Berondra, à la base orientale du mont Andevenanaomby (massif du Bezavona).

Dans les syénites néphéliniques à ægyrine d'Ampangarinana (Nosy komba), j'ai observé (*op. cit.* IV. 41. 1902) un minéral se rapprochant beaucoup du précédent, comme lui rose suivant $\mathbf{n}_p$ et opti-

quement négatif, mais en différant par une biréfrigence cinq fois plus grande (n_g—n_p=0,01), biréfringence qui n'a été signalée jusqu'à présent dans aucun minéral de ce groupe.

CATAPLÉITE

$$H^2(Na^2,Ca)[Zr(OH)^2](SiO^3)^3$$

Pseudohexagonale [1].

$$b : h : = 1000 : 1735,6$$

$$[a : c = 1 : 1,7356 \text{ (Sjögren)}]$$

Macles. Macles polysynthétiques intimes suivant *m* $(10\bar{1}0)$ et macles macroscopiques suivant b^1 $(10\bar{1}1)$, $b^{2/3}$ $(30\bar{3}2)$ et $a^{2/6}$ $(33\bar{6}2)$.

Formes et facies. La catapléite se présente en lames hexagonales, aplaties suivant la base et parfois plus ou moins modifiées.

Clivages. Clivages, parfaits suivant *m* $(10\bar{1}0)$, distincts suivant b^1 $(10\bar{1}1)$ et b^2 $(10\bar{1}2)$. Cassure conchoïde.

Dureté. 6.

Densité. 2,8.

Coloration et éclat. Jaune, jaune brun, gris bleu, violacé. Poussière jaune pâle. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. Le minéral n'est en réalité que pseudohexagonal et monoclinique d'après M. Brögger[1].

La bissectrice aiguë, *positive* (n_g), est sensiblement perpendiculaire à *p* (0001); dans la catapléite des roches, on peut seulement constater que la croix noire est parfois disloquée, mais dans les grands cristaux de Norvège, étudiés par M. Brögger, apparaissent des macles intimes, comparables à celles de la tridymite ; le plan des axes optiques est perpendiculaire à l'une des arêtes de la section hexagonale. A 140° C., le minéral devient rigoureusement uniaxe. Dans la catapléite de l'île de Rouma, ces macles ne se manifestent que par de très fines lamelles polysynthétiques, parallèles à la base.

1. M. Brögger admet les paramètres suivants $a : b : c : = 1,7356 : 1 : 1,3636$; $zx = 89°48'30''$; $mm = 119°57'$. Les relations avec la forme hexagonale sont à comparer à celles admise pour la tridymite.

	Natroncatapléite	Catapléite
n_g =	1,6272	1,6270 (Rosenbusch)
n_p =	1,5917	1,5920
$n_g - n_p$ =	0,0355	0,0350

Composition chimique. Il existe deux types, l'un exclusivement sodique (*natroncatapléite*), l'autre, qui est la catapléite normale, est calcosodique. La formule donnée plus haut correspond à la composition théorique suivante pour la natroncatapléite.

SiO^2.........	46,1
ZrO^2.........	28,8
Na^2O.........	15,9
H^2O.........	9,2
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, donne de l'eau. Facilement fusible en émail blanc. Attaquable par les acides sans faire gelée. La solution étendue donne les réactions de la zircone (Voir à *eudialyte*).

Diagnostic. Les propriétés optiques sont caractéristiques, ainsi que le gisement et la fréquence de l'association avec l'eudialyte, aux dépens de laquelle elle se produit.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La catapléite ne se rencontre que dans les syénites néphéliniques les plus sodiques, dans celles qui contiennent de l'ægyrine.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* La catapléite est extrêmement abondante dans les facies de variation lujauritiques de la syénite néphélinique à ægyrine de l'île de Rouma. Elle épigénise partiellement ou complètement l'eudialyte ; elle s'oriente souvent sur elle, les faces a^1 des deux minéraux coïncidant en direction. Bien qu'elle ne puisse pas être distinguée sûrement de cette dernière sans examen optique, on est certain de la trouver surtout dans les échantillons où l'eudialyte est de couleur jaune très clair.

Dans les lames minces, on peut constater que la catapléite, toujours automorphe, forme des cristaux pouvant atteindre 0 mm. 5. Ils sont englobés dans la fluorine, dans la mésotype, etc. ; les plus gros sont ceux qui ne se sont pas formés sur le cadavre de l'eudialyte. Leur réfringence, inférieure à celle de ce dernier minéral, est supérieure à celle de tous les éléments blancs de la roche.

J'ai observé des groupements étoilés de lames hexagonales de catapléite rappelant ceux de la neige et de la pseudowollastonite. Enfin, les inclusions liquides à bulle mobile sont fréquentes.

Madagascar. — On a vu plus haut que j'ai rencontré dans les syénites néphéliniques du massif de Bezavona, au Mont Andevenanaomby, des pseudomorphoses d'eudialyte en catapléite.

GROUPE DES WERNÉRITES

DIPYRE (T. II, p. 204).

Pyrénées. — *Ariège*. On a vu page 714 de ce volume la descrip-

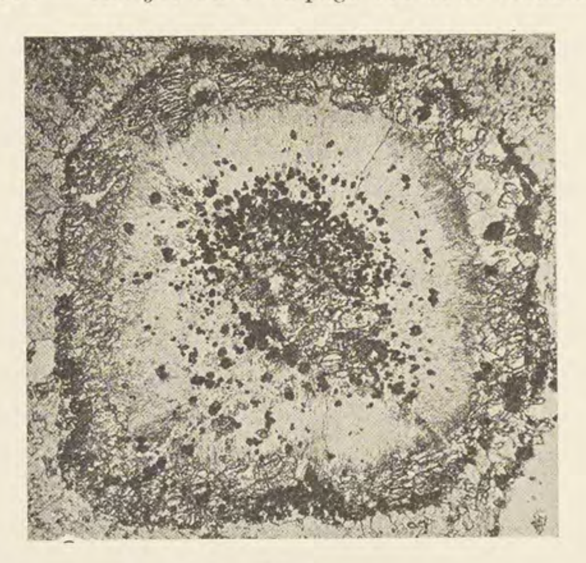


Fig. 1.
Pseudomorphose de dipyre du col d'Eret. (*Photographie en lumière polarisée parallèle.*)

tion de singulières pseudomorphoses de dipyre en un mélange de forstérite, de spinelle et de mica, que j'ai observées dans des calcaires secondaires du col d'Eret près Ercé, qui ont subi le double métamorphisme d'une ophite et d'une hornblendite.

La fig. 1 représente la section basique d'une semblable pseudomorphose ; le minéral noir et opaque est le spinelle.

Ce genre de pseudomorphose n'a pas été observé en dehors de ce gisement ; les cristaux transformés peuvent être isolés par l'action d'un acide ; ils sont colorés extérieurement en vert par le spinelle et mesurent plusieurs centimètres de longueur.

SCAPOLITE (T. II, p. 232).

Pyrénées. — *Ariège*. Le seul exemple à citer d'un minéral du groupe de la wernérite dans les contacts granitiques des Pyrénées consiste dans un échantillon, que j'ai recueilli à la Cascade de Gnoles près d'Ax. Les cristaux de scapolite, mesurant 2 cm. ($m\ h^1\ b^{1/2}$), sont implantés sur des prismes translucides de diopside gris, dont ils se distinguent par leur aspect blanc laiteux.

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert a signalé (*C. R.* CILVI. 242. 1908) la scapolite comme élément essentiel des gneiss amphiboliques provenant de la traversée de la rivière Zompa, sur la route de Savalou à Djaloucou ; ces roches rappellent celles du Waldviertel.

Madagascar. — De nombreux gisements de scapolite dans les cipolins sont à ajouter à celui que j'ai cité page 232, tome II ; je signalerai en particulier les suivants : dans la région de Fort-Dauphin, des cristaux de scapolite de plusieurs centimètres, accompagnent le diopside vert foncé à plans de séparation faciles suivant p ; les alentours d'Ampanihy (pays Mahafaly) ; les environs de Tananarive sous l'observatoire ; Beraoka (avec analcime secondaire) ; Tetezantany sur la Mandrina, puis, dans le cercle d'Analalava, Ankangafohy (Beheny) (avec wollastonite, diopside, quartz, etc.), Ambohitsora à l'Est d'Andranosamonta et la route de Bejoro à Bealanana, etc.

GROUPE DE ZÉOLITES

THOMSONITE (Tome II, p. 259).

Archipel des Gambiers. — J'ai examiné de belles concrétions fibreuses de mésole provenant des falaises d'Atituiti.

Tahiti. — Les basaltes de la vallée de Papenoo renferment parfois des géodes, tapissées de concrétions de *mésole*, supportant des cristaux d'analcime et mésolite.

Madagascar. — J'ai vu également un échantillon de mésole associé à la christianite et provenant de la baie des Amis sur la côte nord-est de l'île.

HYDRONÉPHÉLITE (Tome II, p. 261).

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Les pegmatites de syénites néphéliniques à barkévicite de l'île de Foutabar (pointe de Topsail) renferment des prismes hexagonaux de néphéline et aussi des cristaux de sodalite de plusieurs centimètres, transformés en hydronéphélite d'un gris noirâtre, qui rappelle la ranite du Langesundfjord. L'examen microscopique y montre fréquemment de petits cristaux maclés d'hydrargillite. Des pseudomorphoses du même genre se rencontrent dans les pegmatites de l'île de Rouma.

MÉSOTYPE (T. II, p. 267).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Des concrétions fibreuses

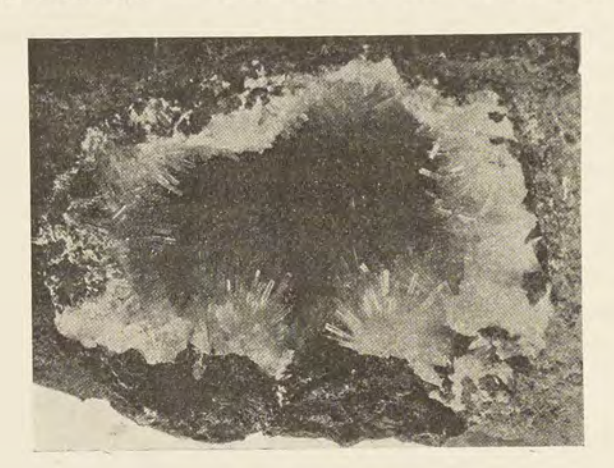


Fig. 1.
Géode de mésotype du Puy de Marman.

de mésotype se trouvent au Chambon de Tense.

Puy-de-Dôme. Masses fibreuses dans le basalte du puy de la Garde,

près de Billom. La fig. 1 représente un peu réduite, une géode de mésotype du Puy de Marman, rencontrée dans un bloc de basalte intact (collection du Muséum).

Algérie. — La mésotype du Cap Djinet près Dellys avait été signalée déjà par Vatonne (*A. M.* XII. 684. 1857), qui en a donné l'analyse suivante :

SiO^2	Al^2O^3	Na^2O	CaO	H^2O		
46,50	26,30	15,20	0,73	11,00	=	99,73

Antilles. — *Martinique*. J'ai montré (*B. S. M.* XXVI. 150. 1903) que la mésotype acccompagne l'analcime, la stilbite, la heulandite et la calcédoine dans les labradorites altérées du Morne des Pétrifications au voisinage du village de Sainte-Anne. La mésotype est la plus abondante ; elle forme de gros rcgnons fibreux, dans lesquels se voient parfois des pointements distincts (mh^1 g^1 $b^{1/2}$, avec développement dissymétrique de cette pyramide).

Guadeloupe. La collection du Muséum renferme un gros rognon fibreux de mésotype, provenant de cette île, sans indication plus précise. Il a été très certainement recueilli dans les roches volcaniques basiques et dans des conditions analogues à celles du gisement précédent.

Madagascar. — J'ai sommairement décrit (*Bull. Muséum*. 1898. 291) un très remarquable gisement de zéolites, dont je dois la connaissance à M. Prince. Il s'agit d'un basalte altéré, formant un mamelon peu élevé, à environ 800 mètres à l'est de la rive droite du Bekiady, et à environ une demi-journée de marche de Tamoeritra, près du lac Kinkony. Ce gisement renferme de la mésotype, de l'analcime, de la gmélinite, de la heulandite, du cuivre natif, de la cuprite et du chrysocole.

La mésotype forme des groupes de cristaux, très analogues comme aspect et comme dimensions, à ceux du Puy-de-Marman. Ils sont particulièrement associés à l'analcime, sur laquelle ils sont implantés ou qu'ils recouvrent.

La mésotype accompagne la heulandite et l'analcime, ainsi que l'améthyste, dans les tufs basaltiques de l'îlot d'Ankazoberavina, vis-à-vis la baie d'Ambavatoby.

MÉSOLITE (T. II, p. 279).

Réunion. — Les basaltes de divers points de l'île et notamment ceux de la rivière Saint-Denis renferment des nodules fibreux de mésolite d'un blanc laiteux : j'ai trouvé dans l'ancien musée des colonies un échantillon géodique se terminant par des cristaux libres avec des pointements semblables à ceux de la mésolite des Feroe ; ils possèdent les mêmes propriétés optiques.

Tahiti. — La mésolite fibreuse est assez fréquente dans les amygdales des basaltes de cette île (vallées de Papenoo, de Punaruu en particulier) ; elle y est associée à la christianite, à la chabasie, à l'analcime, etc.

ANALCIME (T. II, p. 281).

Dans les roches volcaniques.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Dans le massif du Mont-Dore, j'ai recueilli de fort beaux cristaux transparents d'analcime p (dominant) a^2 ; ou a^2 seul, dans le dyke de basalte, que longe le sentier du Sancy, près de la cascade de la Craie. Des cristaux également transparents (a^2) se trouvent dans la labradorite du ravin du Chapial, au fond de la vallée de Chaudefour.

Des cristaux plus petits du même minéral ne sont pas rares dans les pépérites du Puy Long, près Clermont.

J'ai signalé page 286 du tome II, d'après Constant Prévot, l'existence de l'analcime dans le trachyte phonolitique de la Roche Tuilière au Mont-Dore ; depuis lors, j'ai rencontré moi-même ce minéral en abondance dans ce gisement ; les cristaux a^2 présentent la particularité d'être parfois formés par un très grand nombre de cristaux de même forme, groupés par interprétation à axes parallèles. Le trachyte phonolitique est quelquefois très tacheté ; les taches sont dues à de l'analcime, se développant souvent autour de la néphéline pneumatolitique. J'ai rencontré sous la même forme l'analcime dans le trachyte phonolitique du Puy Cordé et du plateau de Bozat.

Tahiti. — L'analcime est l'une des zéolites les plus fréquentes dans les basaltes de cette île, notamment dans la vallée de Papenoo et dans celle de Punaruu.

Réunion. — De beaux cristaux transparents abondent dans les basaltes de la rivière Dumas et d'autres points de cette île.

Antilles. — *Martinique*. L'analcime en petits cristaux, a^2, tapisse certaines cavités de la labradorite de la Savane des Pétrifications.

Madagascar. — L'analcime est une des zéolites les plus fréquentes de Bekiady. Elle y est particulièrement associée à la mésotype ; elle forme des groupes de trapézoèdres, a^2, qui atteignent parfois individuellement 2 cm. de diamètre.

3° *Dans les syénites néphéliniques et dans les roches associées.*

L'analcime est d'une extrême abondance dans toutes les roches grenues à néphéline ; dans les syénites, il semble que dans bien des cas, elle soit due à des actions pneumatolitiques contemporaines de la fin de la consolidation de la roche ; elle remplit, en effet, des cavités miarolitiques dans lesquelles elle est associée à des cristaux intacts de néphéline et à des cristaux nets de beaucoup d'autres minéraux : ægyrine, astrophyllite, etc., qu'elle englobe ou qui lui sont parfois postérieurs. Elle entre dans la constitution des *monchiquites* des *îles de Los*, de *Madagascar*, de *Tahiti*.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Toutes les syénites néphéliniques à ægyrine ou à barkévicite contiennent de l'analcime, mais ce minéral est particulièrement abondant dans leurs pegmatites. Celles à barkévicite se trouvent notamment sous le phare de l'île de Foutabar à la pointe de Topsail, et près du village de Kassa ; celles à ægyrine surtout à l'île de Rouma et dans le nord de l'île de Kassa.

L'analcime, rarement en cristaux nets, a^2, forme le plus souvent des masses limpides et incolores qui, à Rouma, atteignent parfois la grosseur du poing et sont translucides, parfois même presque transparentes. Elles possèdent des clivages nets et englobent des cristaux d'ægyrine et d'astrophyllite. $\mathbf{n} = 1{,}4868$ (Na).

Madagascar. — Je l'ai particulièrement rencontrée (*Nouv. Archiv. Mus.* I. 1902 et V. 1903) en beaux échantillons macroscopiques dans les syénites néphéliniques à ægyrine de Nosy komba, du massif du

Bezavona et, d'une façon plus générale, dans toutes les roches à néphéline de la province pétrographique d'Ampasindava.

Une mention spéciale est due à de grandes géodes de trapézoèdres a^2, blancs laiteux, creusées dans la monchiquite qui traverse la syénite néphélinique du ravin d'Antsohanina (massif du Bezavona). Des cristaux nets de prehnite et d'épidote recouvrent parfois cette analcime.

4° *Dans les calcaires métamorphiques.*

Pyrénées. — *Ariège*. J'ai rencontré dans les carrières de gypse d'Arnave un bloc de calcaire à dipyre, contenant, comme élément essentiel, un trapézoèdre blanc d'analcime. C'est le seul exemple, que je connaisse, de la production de ce minéral dans de semblables conditions.

HEULANDITE (T. II, p. 287).

Bretagne. — *Côtes-du-Nord*. De petits cristaux de heulandite tapissent les fentes d'une diabase de l'ancien Moulin du Vau-Lambert en Corseul, à 11 kilomètres au nord-ouest de Dinan.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. J'ai rencontré en abondance la heulandite en cristaux variant de quelques millimètres à 1 cm. dans les fissures des schistes et des calcaires métamorphiques de la route de Barèges au col du Tourmalet (en particulier à partir du ravin d'Escoubous).

Alpes. — *Isère*. De petites lamelles de heulandite, associées à de la stilbite, se trouvent dans les fentes de la granulite du torrent d'En Bas (rive droite du Vénéon) près des Etages.

Guyane. — J'ai observé de jolis cristaux de heulandite sur la stilbite, qui tapisse les fentes du gneiss amphibolique de Cayenne ; par leur forme et par leur mode de gisement, ces cristaux rappellent la *beaumontite* de Baltimore.

Antilles. — *Martinique*. J'ai constaté la grande abondance de la heulandite ($g^1po^1a^1m$) à quelques centaines de mètres du gisement décrit plus haut de mésotype du Morne des pétrifications (sur le sentier venant de Sainte-Anne). Elle y forme de très petits cristaux dans une labradorite riche en géodes de calcédoine, et n'est accompagnée d'aucune autre zéolite.

Madagascar. — On a vu plus haut que la heulandite se rencontre dans le basalte altéré de Bekiady ; ses cristaux sont beaucoup plus petits que ceux des autres zéolites ; elle est soit seule, soit associée à des minéraux cuprifères (cuivre natif, cuprite, chrysocole), comme aux îles Feroë.

De beaux échantillons (cristaux de 3 cm.) de heulandite, associés à de l'analcime, de la mésotype et de l'améthyste, se trouvent dans les tufs basaltiques de l'îlot d'Ankazoberavina, vis-à-vis la baie d'Ambavatoby.

CHRISTIANITE (T. II, p. 296).

Plateau Central. — *Loire*. M. Gonnard a donné (*B. S. M.* XXX. 269. 1908) l'analyse suivante, faite par M. Barbier, de la christianite du mont Simiouse (tome II, p. 307).

SiO^2	Al^2O^3	CaO	K^2O	Na^2O	H^2O
52,10	18,33	4,96	6,88	1,10	16,55=99,92

Puy-de-Dôme. M. Vigier a signalé (*B. S. M.* XXXI. 142. 1908) dans la christianite de Perrier (le gisement exact s'appelle Roche Noire), en outre des formes que j'y ai indiquées (tome II, p. 306), la macle de Marburg (combinaison g^1 $b^{1/2}$) et peut-être celle de Bowling : cette description est basée sur l'examen morphologique.

J'ai observé de petits cristaux de christianite clairsemés dans de larges vacuoles du basalte du Puy-de-Mur ; ils sont associés à des scalénoèdres de calcite.

Madagascar. — Des géodes de cristaux blancs laiteux de christianite se trouvent dans le basalte de la baie des Amis (côte nord-est) et dans les néphélinites de Nosybé.

Tahiti. — La christianite est l'un des minéraux drusiques les plus fréquents des cavités des basaltes de l'île et en particulier de ceux de la vallée de Papenoo.

STILBITE (T. II, p. 312).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Le minéral fibrolamellaire du Pic Gourdon (ou pic Noir), au nord du port d'Oo et du pic des Gourgs Blancs, décrit par M. Gourdon (*Bull. Soc. Nat. Ouest.* XVII. 145. 1907) comme mésotype, est en réalité constitué par de la stilbite.

Pyrénées-Orientales. J'ai recueilli de jolis cristaux de stilbite dans les fentes des schistes métamorphiques des environs de Mosset.

Guyane. — De belles croûtes de stilbite, formées par des globules à structure fibrolamellaire, recouverts de petits cristaux de heulandite, tapissent les fentes des gneiss amphiboliques de Cayenne,

Antilles. — *Martinique.* La stilbite fibrolamellaire, présentant les formes $p\ g^1\ m\ a^1 o^1$, avec les macles habituelles, est exceptionnelle dans le gisement de mésotype du Morne des Pétrifications.

Madagascar. — L'analcime et la mésotype de Bekiady sont parfois recouvertes de beaux cristaux translucides de stilbite, atteignant 1 cm. de plus grande dimension.

CHABASIE (T. II, p. 324).

Tahiti. — La chabasie se trouve dans les basaltes de l'île et en particulier dans ceux de la vallée de Papenoo ; je l'ai signalée dans une note sur les minéraux de cette île (*B. S. M.* XXXVII. 278. 1904).

Je dois à M. Brouard de jolis rhomboèdres de chabasie provenant des basaltes vacuolaires de l'île Moréa.

Archipel des Gambiers. — Les basaltes vacuolaires de cet archipel fournissent des géodes magnifiques de cristaux (p) de chabasie transparente, pouvant atteindre 0 cm.5 ; à citer en particulier Mangareva, Tepuka, Atituiti.

Madagascar. — De bons cristaux de chabasie (p) tapissent les géodes du basalte de la vallée de la Betahitra, sur la côte nord-est.

GISMONDITE (T. II, p. 323).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme.* Le trachyte phonolitique de la Sanadoire renferme très exceptionnellement des géodes de petits cristaux de gismondite d'un blanc laiteux.

Tahiti. — J'ai rencontré de petits cristaux de gismondite d'un blanc mat sur l'analcime des cavités d'un basalte de la vallée de Papenoo.

LAUMONTITE (T. II, p. 328).

Antilles. — *Saint-Barthélemy*. La collection géologique du Muséum renferme un échantillon de laumontite fibrolamellaire, provenant de cette le ; il recouvre une roche basaltique.

GMÉLINITE

$$(Na^2,Ca)Al^2Si^4O^{12} + 6H^2O$$

Rhomboédrique. $pp = 111°52'$

Angle plan de $p = 105°44'40''$

$[a : c : = 1 : 0,7345$ (Pirsson)$]$ [1]

Formes observées. e^2 $(10\bar{1}0)$; p $(10\bar{1}1)$, $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$.

Macles. 1° Macle suivant e^8 $(30\bar{3}2)$, correspondant à la macle suivant p $(10\bar{1}1)$ de la chabasie[1].

2° Macle par pénétration avec rotation autour de l'axe vertical comparable à celle de la chabasie.

	Angles calculés.		Angles calculés.
a^1p / $a^1\ e^{1/2}$	139°42′	pp / $e^{1/2}\ e^{1/2}$	111°52′
pe^2	130°18′	$pe^{1/2}$	142°16′

Facies. Les cristaux mettent d'ordinaire en évidence la symétrie pseudohexagonale, par suite de l'égal développement de p $(10\bar{1}1)$ et de $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$; quelquefois cependant ils ont un aspect rhomboédrique par suite de la prédominance de p ; e^2 $(10\bar{1}0)$ est souvent strié horizontalement.

Clivages. Clivages, faciles suivant e^2 $(10\bar{1}0)$, parfois distinct suivant a^1 (0001).

Dureté. 4,5. Fragile.

Densité. 2,04 à 2,17.

1. On peut mettre en évidence l'analogie de forme existant entre ce minéral et la chabasie en multipliant par $^3/_2$ la valeur de l'axe vertical adoptée ici. On obtient ainsi la correspondance suivante :

p $(10\bar{1}1) = a^7$ $(10\bar{2}3)$ (chabasie) ; e^8 $(30\bar{3}2) = p$ $(10\bar{1}1)$ (chabasie) ; $e^{1/2}$ $(0111) = e^{1/5}$ $(02\bar{2}\bar{3})$ (chabasie).

Coloration et éclat. Incolore. Blanc jaunâtre, jaune, rose chair. Transparente ou translucide. Éclat vitreux.

Propriétés optiques. La biréfringence est extrêmement faible. La double réfraction est tantôt *positive*, tantôt *négative*. L'examen de lames basiques montre une division en secteurs, faisant voir que le minéral est en réalité biaxe.

$$\mathbf{n}_g = 1{,}4764 \text{ Na (Pirsson)}$$
$$\mathbf{n}_p = 1{,}4760$$
$$\mathbf{n}_g - \mathbf{n}_p = 0{,}0004$$

Composition chimique. La composition chimique est celle d'une chabasie exclusivement ou surtout sodique. La formule donnée plus haut correspond à la composition suivante, dans le cas où il n'y a que du sodium.

SiO^2	46,9
Al^2O^3	19,9
Na^2O	12,1
H^2O	21,1
	100,0

Essais pyrognostiques. Comme chabasie.

Diagnostic. Parmi les zéolites, la forme géométrique est caractéristique.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Madagascar. — Le gisement basaltique de Bekiady renferme en abondance des cristaux de gmélinite, qui ne sont que rarement accompagnés par de gros cristaux (postérieurs) d'analcime : ce sont les plus beaux cristaux de ce minéral que j'ai eu l'occasion d'étudier. Quelques-uns d'entre eux sont groupés et atteignent individuellement 5 cm. de diamètre, mais il en est d'autres, qui sont complets et isolés de toute gangue ; ils mesurent 1 cm. 5 à 2 cm. de diamètre.

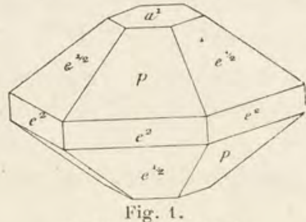


Fig. 1.
Gmélinite de Bekiady.

Ils sont d'un jaune rosé, parfois un peu caverneux, et uniformément constitués par p $(10\bar{1}1)$ et $e^{1/2}$ $(01\bar{1}1)$, également développés, avec souvent a^1 (0001) et e^2 $(10\bar{1}0)$ (fig. 1).

CORPS SIMPLES

GRAPHITE (T. II, p. 355).

Pyrénées. — (Tome II, p. 360). *Ariège.* L'épidotite de Cancenès, près de Cabre, est parcourue de petites veinules de graphite très pur.

Madagascar. — Le graphite abonde dans les schistes cristallins de Madagascar, aussi bien dans les types acides, tels que les leptynites, que dans les basiques, comme les cipolins ; il s'y présente en lamelles, qui accompagnent ou remplacent les micas.

Tel est le cas de beaucoup de roches du pays Mahafaly (environs d'Ampanihy), où le graphite se rencontre aussi en rognons assez volumineux ; il en est de même à Bedodoka, entre Tsivory et la rivière d'Onilahy, à Ialasora 5 km. sud-ouest de Tananarive, etc. Quelques tentatives d'exploitation ont été faites sur plusieurs de ces gisements, notamment au nord-ouest de la capitale, à la montagne d'Ambohimasina, sur la rive gauche de l'Andromba, près de son confluent avec l'Ikopa, etc.

A signaler aussi le graphite dans le quartzite d'Andriamalandy (Betainaomby) à l'est d'Andranosamonta.

Tonkin. — Le graphite est abondant comme élément des schistes cristallins du Fleuve Rouge, des micaschistes de la vallée de Song-Cau (provinces de Thaï-Nguyen et de Bac-Kan). M. Dupouy en a signalé (*op. cit.* 32) des filonnets dans une roche éruptive du canton de Co-Phu, Huyen de Tran-Yen (province de Yen-Bay).

SOUFRE (T. II, p. 363).

Antilles. — *Guadeloupe.* J'ai visité en 1902 et en 1903 la Soufrière de la Guadeloupe et donné des détails sur les conditions dans lesquelles le soufre s'y forme, aussi bien que dans les fumerolles de l'Echelle (*La Montagne Pelée et ses éruptions.* 1908. 56).

Martinique. Le soufre s'est produit en faible abondance à l'orifice des fumerolles secondaires s'élevant des matériaux accumulés par les nuées ardentes de la Montagne Pelée (1902-1905) (*op. cit.* 400) ; il se forme encore en cristaux, identiques à ceux de la Guadeloupe, dans les fumerolles du dôme récent.

Bassin du Rhône. — *Vaucluse* (p. 374). M. Dollot m'a remis de jolis cristaux de soufre, d'un jaune clair ou d'un jaune orangé, provenant de la mine des Tapets ; ils sont accompagnés de cristaux de calcite ou de célestite ; ils se rapportent au type de la figure 7.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Les gisements du bassin de Manosque ont été trouvés au cours de l'exploitation des lignites (Liabaux près Lincel-Saint-Martin). Les calcaires marneux de La Mort d'Imbert renferment des nodules de soufre gris, dans lesquels sont concentrés des cristaux de quartz transparents, qui n'existent pas dans le calcaire.

Mauritanie. — Le soufre abonde comme produit de réduction du gypse dans les sebkhas de la côte et notamment dans celle de Timardine. Des coquilles sont parfois transformées en soufre.

ARSÉNOLAMPRITE [1]
As

Ce nom a été donné à un minéral, considéré comme dimorphe de l'arsenic. Il forme des agrégats fibrolamellaires, possédant un seul clivage ; sa couleur est le gris bleu, avec des reflets bleuâtres. Il est plus tendre (2), moins dense (5, 3 à 5, 5) que l'arsenic rhomboédrique.

L'arsénolamprite a été signalée à Sainte-Marie-aux-Mines [*Alsace*] par Breithaupt (Frenzel. *N. J.* 1874. 678) et n'y a plus été retrouvée.

BISMUTH NATIF, BISMUTHINITE, BISMITE (T. II, p. 380, etc.)

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Les filons de quartz de Villeray, près de Montbelleux, renferment du wolfram, comme ceux de cette dernière

1. A placer dans la systématique après *arsenic*, t. II, p. 382.

localité, mais pas de cassitérite. Par contre, ils contiennent en petite quantité du bismuth natif, de la bismuthinite et un peu de bismite produite par l'altération des deux minéraux précédents.

PLATINE (T. II, p. 389).

Madagascar. — D'après des renseignements que m'a fournis M. Mouneyres, le platine a été trouvé en petite quantité dans les sables aurifères de quelques rivières de l'Est et notamment dans l'Isongo, affluent de la Manambia, et dans les districts de Fenerive et de Marolambo. M. Dabren m'en a montré de petites paillettes.

ARGENT (T. II, p. 405).

Congo. — A Mindouli, l'argent n'est pas seulement englobé par la calcite ou la dioptase ; j'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 255. 1908) qu'on le trouve aussi en lames minces dans les fentes de la chalcosite, des calcaires et des grès (parfois avec barytine); enfin, il est souvent associé à la malachite qu'il moule. La forme des cristaux est a^1 (111) ou b^1 (110), à faces brillantes, mais creuses. J'ai observé aussi des lamelles, formées par le groupement à axes parallèles d'octaèdres, aplatis suivant a^1. Enfin, des géodes de dioptase sont remplies par des cristaux dendritiques (à faces courbes) d'argent, lâchement unis.

Madagascar. — L'argent natif ramuleux se trouve disséminé dans la barytine laminaire de filons distincts de ceux qui renferment l'or, dans les mines de l'Andavakoera.

MERCURE (T. II, p. 418).

Algérie. — *Constantine*. Un peu de mercure natif a été trouvé dans le gisement de cinabre du Ferdjioua (Dussert, *A. M.* XVII. 41. 1910).

OR (T. II, p. 418).

Des filons quartzeux (voir à mispickel) sont actuellement prospectés pour leur or : les suivants renferment de l'or visible.

Maine. — *Mayenne*. Dès mouches d'or accompagnent le mispickel et la stibine dans le filon exploité de la Lucette en le Genest.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. M. Kerforne a décrit (*C. R.* CL. 224. 1910), un filon de quartz en relation avec les pegmatites de Beslé renfermant, avec mispickel et pyrite, de l'or visible englobé dans le quartz et dans la muscovite.

Plateau Central. — *Cantal*. L'or a été signalé dans les alluvions de la Jordanne (vallée de Mandailles). Cet or a sans doute pour origine les trachytes miocènes pyriteux du fond de la vallée.

Ardèche. Lecoq a indiqué (*Époques géol*. I. 145) l'existence de l'or dans l'Erieux près de Beauchâtel.

Alpes. — *Haute-Savoie*. Le gisement, cité p. 433, au détroit de Banges, s'écrit des Beauges ; en 1833, Héricart de Thury a vu (*B. S. G*. III. 229) cinq familles orpaillant en aval des grottes de Cusy.

Afrique Occidentale. — *Guinée*. Des alluvions aurifères sont exploitées par dragage dans le Tinkisso, affluent du Niger, qui limite le Bouré au sud. De nombreux gisements sont prospectés dans le cercle de Siguiri ; le Bouré et le Siéké, sur la rive gauche du fleuve, sont les mieux connus. D'après M. Villiaume, les alluvions aurifères remplissent les dépressions de Miniadala (rive droite du Bakoy) ; dans la vallée du Nankoby, près de Kentinian, Sanoubougou et Balato ; dans la vallée de la Kéréta, près de Fatoya; dans la vallée du Kobako (près de Kofoulani et de Famaya). On rencontre de petites pépites de quelques grammes peu roulées, mais l'or est d'ordinaire plus fin. Il est très fin dans les gisements en place, latérites schisteuses (voir plus haut, page 740) associées à des granites et à des diabases, parfois aurifères. Des filons aurifères auraient été trouvés à l'ouest à Sidikila.

Haut-Sénégal et Niger. Ce dernier gisement est voisin de ceux du Ouassoulou, se prolongeant au nord à la façon de ceux du Bouré et du Siéké, qui se poursuivent sur la rive gauche du Niger.

Fort loin à l'est (frontière de la *Gold Coast*), dans le Lobi, des filons de quartz et des alluvions aurifères ont été signalés (Kampti, Iridiaka, OuléOula, Linka), sans qu'on soit fixé sur leur valeur. Binger a cité à Limono, Samata, Doussi, Bangassi, Baparo et Poura des gisements aurifères, aujourd'hui abandonnés.

M. Arsandaux a décrit (*B. S. M.* XXVII. 81. 1904) les gisements du Bambouk ; les exploitations indigènes sont localisées entre les monts Tambaoura et la Falémé (Sadiola et Solla près du Khakhadian). Les schistes amphiboliques sont traversés par des microgranites à pyrite aurifère ; le tout est latéritisé. L'or, ainsi mis en liberté, a été entraîné jusqu'au niveau hydrostatique, zone d'enrichissement constante. Il est très fin, et renferme de 10 à 20 °/₀ d'argent (*électrum*).

Côte d'Ivoire. Des gisements sont prospectés dans l'Indénié, dans le Sanwi (Akrizy, Aboisso où l'or est accompagné de sylvanite, Ahinta, Maféré), dans le Comoë (N'Basso, Bébou, Aropo, Malassué, Congouessué, etc.), et dans le bas Baoulé (N'Zaakro près Toumodi, Kokumbo), [P. Combes (B. S. G. IX, 346. 1909) et renseignements de MM. Braly et Warinsky]. L'or se trouve dans les latérites, les alluvions, les filons ou amandes de quartz (avec pyrite, magnétite, galène, mispickel, etc.), et dans les schistes cristallins près du quartz.

A Takoua, dans la [*Gold Coast*] anglaise, il existe des conglomérats aurifères rappelant ceux du Witwatersrand, au Transvaal.

Laos. — Le Muséum a reçu de M. Hunebelle de l'or alluvionnaire provenant du Nam-Sang, affluent du Mékong.

Tonkin. — Certaines alluvions du Tonkin sont aurifères, notamment celles de Kim-Hi, de Ban-Vaï sur le Song-Bang-Giang, les alluvions stannifères de Tinh Tuc. Un quartz aurifère a été trouvé à Pac-Boc et Cao-Phon, au sud de Cao-Bang (Dupouy, *op. cit.*).

Guyane. — M. Levat considère (*A. M.* XIII. 386. 1898) les filons de quartz aurifère, qui traversent les gneiss, comme en relation avec des diabases, contenant parfois elles-mêmes de l'or libre et de la pyrite aurifère. Les filons renferment souvent beaucoup de pyrite, du mispickel, de la stibine (Adieu-Vat), peut-être des tellurures.

Madagascar. — J'ai réuni divers documents permettant de montrer la généralité (page 425), de la présence de l'or comme élément des schistes cristallins et des granites (*B.S.M.* XXIII. 243. 1900).

Dans le bassin de la Sahadinta (Haut Nosivolo), affluent du Mangoro, à 65 kilomètres N. E. d'Ambositra, l'or en grains ou en cristaux atteignant 0 gr. 5, est distribué irrégulièrement, avec pyrite, dans un gneiss à pyroxène, hornblende et biotite ; il se concentre à sa limite avec des veines parallèles, elles-mêmes aurifères, constituées par du

quartz et des feldspaths (échantillons réunis par MM. Mouneyres et Dabren). Dans la rivière Ravoravo, affluent de la Saka (province de Mananjary), l'or se rencontre dans des amandes de quartz et de feldspaths au milieu du gneiss. Fort curieux sont des micaschistes et des roches du ruisseau Beranozano au sud-ouest du village de Tsimivolovolo (50 km. N. E. d'Ankavandra), constituées par du disthène et de l'almandin et imprégnées d'or natif; on ne voit pas de pyrite, mais il est probable qu'il en a existé, car la roche est jaunie par de la limonite. Plus intéressants encore sont des cipolins à pyroxène, etc. dans lesquels l'or joue le rôle disséminé des silicates métamorphiques ; ils proviennent des environs d'Ikalamavony dans la région de l'Imaina (60 km. au N. E. de Fianarantsoa).

D'autre part, voici, comme exemples, quelques nouvelles régions dans lesquelles des filons de quartz aurifère ont été observés, sans qu'aucun d'eux ait fait jusqu'ici l'objet de fructueuses exploitations.

Je dois à M. Élié un fragment mélangé à de la chalcosite; il provient d'un bloc (non en place) de quartz, renfermant de l'or visible, trouvé dans le Beando (district de Nosy Varika, province de Mananjary). Dans l'est encore, les bassins de l'Ampasary, du Sakaleony et des points situés plus au nord et plus au sud sont à signaler : des filons avec pyrite et chalcopyrite se trouvent dans le district de Beforona près du chemin de fer de Tamatave à Tananarive (bassin du Sakaleony) [1].

Une région aurifère remarquable qui, d'octobre 1906 au 30 avril 1910, a fourni 3044 kgm. d'or, a été découverte dans le nord. Elle se présente dans des conditions fort différentes de celles des gisements précédents. Les renseignements suivants m'ont été fournis par les exploitants, MM. Grignon et Mortages; ils ont été complétés par l'étude des échantillons que je dois à leur obligeance. La région aurifère constituerait d'après M. Merle (*A. M.* XVII. 478. 1910) une bande de 100 km. de long, de 5 à 6 de large, allant de l'embouchure de la

1. D'après des renseignements qui me sont fournis par le Ministère des colonies au moment du tirage de cette feuille, les principaux filons signalés sont actuellement, dans la province de Mananjary, ceux de Beando, Bebasy, Mahavoky, Sahafandraona, Andravoravo, Ambakoana, Tsaramiadana, Sahamatrana, Anjaridaina, puis dans l'ouest ceux de Antsaily, Kiranomena, Andomaka, Analabé, Takodara, Ampitambé, Rafiatokana, et dans le centre, ceux d'Andranofito, Soavinarivo, Vahinambo, Antanifotsy, Arivonimamo, Itea, Tsinjavona.

Loky jusqu'au delà d'Ambakirano sur la rive droite de la Mahavavy, à partir de laquelle elle s'infléchit vers le sud, mais tous les gisements exploités (mines de l'Andavakoera) se trouvent dans la partie moyenne de cette bande sur environ 20 km. entre Ranomafana et le col d'Antangaina près Ambararata. Dans toutes les formations de cette région, constituée par des grès et des schistes triasiques plus ou moins métamorphisés, reposant vers le sud sur des schistes cristallins, se trouvent des filonnets réticulés [1], ayant de quelques millimètres à 0 m. 50 d'épaisseur ; au lieu d'être constitués par du quartz compact, comme les autres filons de la Grande île, ils sont formés par des cristaux (terminés par $pe^{1/2}$) de quartz stérile, en groupes bacillaires, implantés sur les épontes et laissant entre eux des cavités : celles-ci sont parfois remplies par un agrégat miarolitique de petits cristaux de quartz moulé par de l'or libre, c'est là le minerai exploité : en certains points, ces cavités renferment un peu de blende aurifère, de chalcopyrite, de galène argentifère et souvent dépourvue d'or. Dans certains filonnets et particulièrement dans ceux traversant les grès, il existe de la pyrite (de richesse variable, allant de quelques grammes à près d'un kgm. à la tonne). Enfin de la barytine lamellaire abonde aux affleurements et constitue peut-être une venue distincte : elle ne renferme de l'or que lorsqu'elle est accolée à la paroi des filons quartzeux. L'or est très inégalement réparti ; il forme des concentrations remarquables ; on a cité un bloc de 17 kgm., qui contenait 13 kgm. d'or.

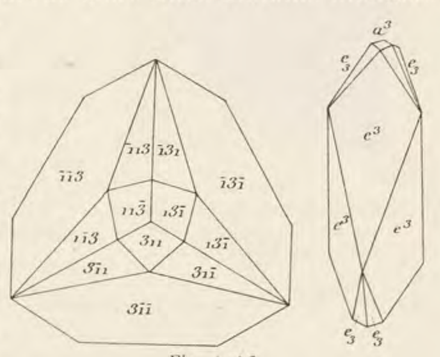


Fig. 1 et 2.
Or d'Andavakoera. Projection sur a^1, avec notation cubique d'un trapézoèdre a^3 (311) (fig. 1), allongé suivant un axe ternaire et représenté par la figure 2 avec la notation rhomboédrique rapportée à un cube de 90°.

Cet or, qui renferme de 25 à 27 °/₀ d'argent et qui est par suite un *électrum*, [2] est toujours cristallisé et forme parfois des cristaux déterminables, des trapézoèdres a^3 (311), allongés suivant un axe ter-

1. M. de Launay a émis dans une note présentée récemment à la Société géologique de France la possibilité de la liaison de cette venue filonienne avec des roches éruptives alcalines observées par M. Bordeaux. En outre, M. Chabert a vu à Andranomafana des filonnets aurifères traversant un filon basaltique.

2. Le rapport Au : Ag = 1 : 1 = 36 °/₀ ; 1, 5 : 1 = 26 °/₀ ; 2 : 1 = 21 °/₀.

naire et identiques à ceux de l'Orégon décrits par M. Edw. G. Dana (*Am. J. of sc.* XXXII. 132. 1886. La figure 1 représente la projection de ces cristaux avec la notation cubique en symbole de Miller et la figure 2 leur aspect en perspective, avec la notation rapportée à un rhomboèdre de 90°). Trois faces correspondent au rhomboèdre a^4 (20$\bar{2}$5), dont l'angle culminant est de 129°31′ (130° obs.), les 6 faces adjacentes à l'isoscéloèdre e_3 (22$\bar{4}$3), dont les angles sont de 129°31′ (129°10′obs.) et de 117° 2′ et enfin les 6 faces restantes au rhomboèdre aigu e^3 (40$\bar{4}$1) qui est la forme dominante, son angle est de 62°58′ (62°15′ obs.). Ces cristaux aux faces brillantes, et creuses, sont souvent squelettiformes. Les cavités miarolitiques du quartz renferment des fils d'or, chapelets de petits cristaux, allongés suivant un axe ternaire et se terminant par des faces a^3 (fig. 3); à signaler aussi des plaques formées par la réunion de petits cristaux.



Fig. 3.
Cristallites d'or allongés suivant un axe ternaire dans géode quartzeuse d'Andavakoera.

La forme autant que la composition de l'or de cette région diffère donc de celles de l'or des autres gisements de l'île.

Enfin, de nombreux gisements d'or alluvionnaire, exploités dans les restes de la colonie [1], sont à ajouter à ceux cités page 436. Cet or est généralement à haut titre. Du *Betsiriry*, j'ai des échantillons peu roulés (Dabolava, Ankanongana) et de petits cristaux (p a^1 b^1).

1. A citer d'après des documents officiels : dans le nord, les bassins de la Loky et du Sambirano ; dans l'est, ceux du Sakaleony, du Fanantara, de la Saka, du Mananjary, de l'Iaraony, du Mangoro, de l'Iaroka, de l'Ivondrona et du Maningory. Dans le nord-ouest, la Mahajamba, la Betsiboka et l'Ikopa (région de Mevatanana) ; dans l'ouest (Betsiriry) les bassins de la Dabolava, de l'Ankotrofotsy, de l'Antsaily, du Moratehety, de la Kiranomena, de l'Ambohimihofa, de l'Androtrakely, de l'Andimaka, de l'Itondy, du Mahajilo, de la Sakeny et du Mankoky. Enfin dans le centre, la Sisaony, l'Onivé, la Sakay, le Kitsamby, la Mania, la Manandona, l'Andratsay, le haut Mananjara et le haut Mangoky, etc.

SULFURES ARSÉNIURES, ANTIMONIURES

RÉALGAR (T. II, p. 439).

Plateau Central. — *Loire*, *Aveyron*. Les houillères embrasées du Puy Neuf à la Chazotte (*Loire*) et des mines de Lasalle à Decazeville (*Aveyron*) ont fourni de magnifiques cristaux de réalgar. Dans ce dernier gisement, ils sont associés à des enduits vernissés du même minéral et parfois à de beaux octaèdres cristallitiques d'arsénolite.

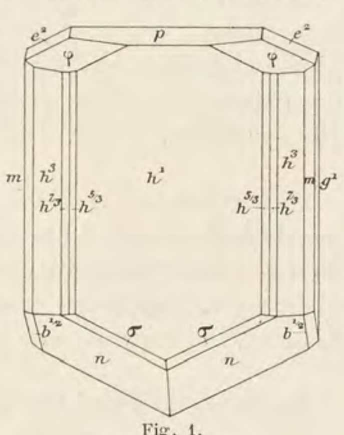


Fig. 1.
Réalgar de Lasalle.

La caractéristique de ces cristaux, produits à haute température, est la même que celle des cristaux formés pendant l'éruption du Vésuve de 1906, cristaux étudiés par M. Zambonini et par moi-même : elle consiste dans le grand développement de h^1 (100) parallèlement auquel ils sont aplatis ; ils présentent en outre les formes suivantes : $h^{5/3}$ (410), $h^{7/3}$ (520), h^3 (210), m (110), g^1 (010), p (010), e^2 (012), $n = (b^1\ b^{1/3}\ h^1)$ (212) et exceptionnellement a^1 ($\bar{1}01$), $a^{1/2}$ ($\bar{1}02$), $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) et $\sigma =$ (40.7.14).

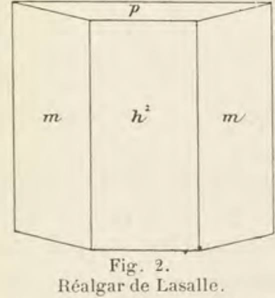


Fig. 2.
Réalgar de Lasalle.

La figure 1 représente leur facies le plus habituel ; ils sont parfois également développés suivant les axes *b* et *c* et dans d'autres cas, plus allongés suivant *c* que dans la figure.

Les cristaux qui viennent d'être décrits sont d'un rouge rubis et transparents ; il en existe d'autres (fig. 2) réduits à *p*, *m* et h^1 (face d'aplatissement), qui sont opaques et d'un rouge orangé : j'ai mesuré les angles suivants :

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
$h^1h^{5/3}$	161°47′	161°48′	$h^1\varphi$	136°46′	136°49′
$h^1h^{7/3}$	117°46′	152°14′	h^1e^2	111°45′	111°40′
h^1h^3	146°39′	146°45′	h^1n	104°53′	105° 7′
h^1m	127°13′	127°23′	$h^1\sigma$	146°23′	146°42′
mg^1	142°47′	142°45′			
ph^1	113°55′	113°50′			

Nièvre. La mine de houille de la Machine fournit du réalgar fondu.

Alpes. — *Alpes-Maritimes*. Un fort beau gisement de réalgar fait actuellement l'objet de recherches à Duranus ; ses conditions géologiques rappellent celles de l'orpiment de Luceram. Le réalgar y forme des masses grenues et quelquefois de longs cristaux dans de la calcite spathique.

Pyrénées. — *Ariège*. Au cours de l'exploitation de la mine de panabase de Lina, à 2 km. à l'est de la Chapelle Sainte-Croix en Alzen, on a rencontré un petit croiseur, renfermant des masses grenues de réalgar qui, d'après les renseignements que je dois à MM. Caltaux et Laurent, imprègnent aussi les schistes dévoniens voisins.

Algérie. — Voir à *orpiment*.

Tunisie. — M. Odon m'a communiqué des croûtes de réalgar recouvrant un grès du Djebel Tabett-ben-Ksouri, à 3 km. sud de Ghardimaou.

ORPIMENT (T. II, p. 444).

Alpes. — *Alpes-Maritimes*. Je dois à M. Dollot des renseignements sur le gisement de Luceram, dont il est question page 445 ; il se trouve dans le ravin de la Rocanière et consiste en veines de calcite et d'orpiment de moins de 2 m. d'épaisseur, au contact du crétacé inférieur marneux et du sénonien : la collection du Muséum a acquis un bloc d'orpiment lamellaire de cette localité pesant une cinquantaine de kilogrammes.

Algérie. — *Constantine*. M. Mathieu m'a communiqué des échantillons d'orpiment lamellaire, concrétionné, formant une lentille de quelques milliers de tonnes au milieu des marnes éocènes du Douar Sfali, à 35 km. sud de Guelma, entre la route de Sedrata et l'oued Hamman Roumia ; cet orpiment est accompagné d'enduits de réalgar.

STIBINE (T. II, p. 447).

Maine. — *Mayenne*. Un filon important est exploité à la Lucette en Genest ; il traverse le silurien ; sa gangue est quartzeuse, le remplissage est constitué par de la stibine et du mispickel dominants, avec accessoirement de la blende mielleuse, de la pyrite et de l'or natif.

La stibine forme des masses lamelleuses et des groupes de cristaux de plusieurs décimètres de longueur, plus beaux encore que ceux de la Haute-Loire et rappelant ceux du Japon.

Normandie. —*Calvados*. Je dois à M. Guinchand la connaissance de filonnets de quelques centimètres d'épaisseur de stibine fibrolamellaire, trouvés au milieu des schistes précambriens de Trois-Monts ; ils sont riches en pyrite.

Plateau Central. — *Cantal*. Quelques gisements sont à ajouter à ceux que j'ai déjà cités page 452 : Mine du Cheylat près Talizat (jolis cristaux drusiques), Rézentières, Luzer en Sainte-Marie-le-Plain, Le Mérial en La Chapelle-Saint-Laurent, Chalès et Vazerac en Massiac, etc.

Haute-Loire. Le filon Saint-Charles à Meysonnial en Mercœur a fourni aux affleurements une colonne riche (12 m. × 0 m. 80) formée de stibine et de stibiconite. En profondeur, il est devenu stérile (quartz et barytine) et c'est dans cette partie qu'ont été trouvées, d'après les renseignements que je dois à M. Genton, la lassallite, la termiérite et la kaolinite décrites plus haut.

Certains filons de la mine d'Ally (voir à *boulangérite*) contiennent de la stibine.

Guyane. — La stibine lamellaire accompagne l'or natif dans la mine d'Adieu-Vat.

Tonkin. — La stibine est assez répandue dans cette colonie. Voici les gisements signalés par M. Dupouy (*op. cit.* 52), qui m'a communiqué une série d'échantillons : Lang-Huy (province de Quang-Yen) et Ha-Khoï (filons à gangue de quartz) ; près de Nguyen-Binh, avec calcite ; dans la province de Lang-Son, puis au nord-ouest de That-Khé. Cette stibine est fibrolamellaire.

Le même minéral est associé à la galène dans de nombreux gisements des provinces de Quang-Yen et de Lang-Son ; ainsi qu'à Dien-Bien-Phu ; à des minerais de cuivre dans la province de Bac-Giang ; à la blende près de An-Chau.

KERMÉSITE (T. II, p. 739).

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.*) la kermésite associée à la stibine aux environs de Tinh-Tuc (cercle de Nguyen-Binh).

MOLYBDÉNITE [1] (T. II, p. 61).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine.* La stibine se rencontre dans le filon wolframifère de Montbelleux en Luitré.

Morbihan. Elle existe aussi, mais en très petite quantité, dans celui de la Villeder (M. Tronquoy).

Plateau Central. — *Charente.* Les filons de quartz traversant le granite de Chèz-Pauli, à Esse, contiennent le même minéral, d'après les échantillons que m'a communiqués M. Boreau.

Corrèze. La molybdénite a été trouvée en assez grande abondance dans une recherche récente effectuée sur le greisen stannifère de Meymac.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* La collection du Muséum a acquis un échantillon de granite de la Meije recouvert par de la molybdénite sur une surface de plus d'un décimètre de côté.

Nouvelle-Calédonie. — La molybdénite, dont il est question page 464, sans indication précise de gisement, provient de la Coulée ; le minéral se trouve dans un filon de quartz et dans le granite que traverse celui-ci.

1. Pour *bismuthinite*, voir plus haut, page 840.

Tonkin. — Dans le granite de la région stannifère de Tinh-Tuc.

3° *Dans des roches de contact.*

Vosges. — *Vosges*. Je citerai un type de gisement, que je n'ai pas étudié antérieurement. Il s'agit du contact d'un calcaire paléozoïque et d'un lamprophyre, à Raon-l'Étape ; la molybdénite est associée à du grenat, du pyroxène, etc.

RHABDITE (T. II, p. 467).

Plateau Central. — *Allier*. M. Oswald a montré (*B. S. M.* XXXIII. 88. 1910) par l'examen métallographique et chimique de la rhabdite de Commentry, décrite à la page 467 du tome II, l'hétérogénéité de ce produit, dont la composition est la suivante :

Fe^3P 45,35; P 0,90; Fe 52,60; FeS 1,15 = 100,00.

Le FeS est très attaquable par les acides dilués, le fer libre ou l'eutectique de fer et de P est très attaquable, mais moins rapidement que le FeS ; enfin le Fe^3P l'est peu à froid, davantage à chaud ; sa couleur est plus sombre que celle du fer et il est moins malléable que celui-ci.

GALÈNE (T. II, p. 471).

Pyrénées. — Le gisement de l'échantillon de galène indiqué page 505, comme provenant de Bielsa, est peut-être l'ancienne mine de Bielle d'Ustou (*Ariège*) (versant droit de la vallée de Conflens), où Mussy a signalé un gîte de galène) (*Bull. Soc. ind. minér. Saint-Étienne*, X. 1864). A citer la mine de Sentein (avec blende).

Plateau Central. — *Aveyron*. Des cristaux cubiques de galène sublimée se trouvent dans les déblais des houillères embrasées au-dessus de Montet près Aubin et à Decazeville.

Plateau Central. — *Lozère*. De beaux cristaux (a^1 p), avec quartz et blende, se trouvent dans les mines de Flaviac.

Cévennes. — *Gard*. Des bélemnites du lias sont transformées en galène au voisinage du filon de Saint-Sauveur (quartier de Terre-Rouge).

Alpes. — *Isère*. La galène du filon de la Gardette, dont il est question page 494, constitue de beaux cristaux ($a^1 p$), quelquefois englobés dans la panabase, souvent elle-même en voie de transformation en cérusite.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los*. Très intéressante au point de vue théorique est la galène, que j'ai rencontrée en mouches dans les syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma.

Madagascar. — Un gisement du même intérêt que le précédent se trouve dans les granites à riebeckite, riches en zircon d'Ampasibitika-Dans ces gisements, le sulfure de plomb est d'origine pneumatolitique; il remplit des vides miarolitiques.

La galène à grands clivages de 2 à 3 cm. de côté, peu argentifère et en général pas aurifère, se trouve dans les filons aurifères de l'Andavakoera.

Des calcaires gris jurassiques de Nosy bé renferment des veines de calcite spathique, contenant quelquefois des cristaux (pa^1) et des lames déformées de galène, associés à de la blende et à de la kaolinite.

Le gisement cité page 497, sans indication précise, se trouve aux environs d'Ambatofangehana (voir à panabase).

Algérie. — Pour les gisements de galène en général, voir Dussert A. *M. op. cit.*, 1910).

Constantine. Je dois à M. Sergère de beaux cristaux (a^1 b^1) de galène provenant de l'Oued-bou-Doucka près Collo.

Congo. — Des petites quantités de galène et de blende s'observent dans la chalcosite de Mindouli : la présence de ces minéraux explique celle de minéraux oxydés de plomb (cérusite, pyromorphite, wulfénite) et de zinc (willémite, etc.), associés à la dioptase dans les parties superficielles de cet intéressant gisement.

Tonkin. — M. Dupouy a décrit (*op. cit.* 138) un certain nombre de gisements plombifères contenant de la galène argentifère : Ngan-Son, Tong-Tinh, Ha-Quan, au nord de la province de Bac-Kan; la gangue quartzeuse contient en outre de la pyrite et de la blende. Lang-Met dans la même province; Chiem Hoa (province de Tuyen-Quang); Than-Moï (province de Lang-Son); Mo-Trang et Lang-Hit (province de Thaï-Nguyen); Lang-Chea près An-Chau (province de Quang-Yen); Lao-Kay; Yen-Luong (province de Hoa-Binh), etc.

CHALCOSITE (T. II, p. 512).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* J'ai signalé (*B.S.M.* XXXII. 334. 1909) l'existence de monnaies romaines transformées en chalcosite dans la source thermale de Grisy en Saint-Symphorien-de-Marmagne.

Corbières. — *Hérault.* Des blocs roulés de chalcosite, imprégnés de malachite, ont été trouvés dans le ruisseau de Notre-Dame-de-Congras, à Carlincas près Pézenas.

Tunisie. — Voir à *covellite.*

Corse. — M. de Romeu m'a communiqué une chalcosite compacte trouvée dans des grès de l'île sans indication plus précise.

Algérie. — *Oran.* La chalcosite, parfois accompagnée de cuprite, de malachite et de chessylite, imprègne des grès aptiens dans les monts de Ksour, à l'ouest d'Aïn Sefra.

Congo. — Le principal minéral non oxydé des mines du bassin du Niari et particulièrement de Mindouli (voir dans ce volume, page 730) est une chalcosite compacte, dépourvue de cristaux, souvent homogène en très grandes masses; sa richesse en argent atteint 2 kg. 8 à la tonne, avec une teneur notable en or. Elle se transforme localement en covellite; elle est accompagnée d'un peu de chalcopyrite, de galène et de blende.

Elle ne se trouve pas simplement en grandes masses, elle forme aussi des veinules, parfois extrêmement fines, dans des calcaires compacts ou bien elle les imprègne plus ou moins complètement.

Madagascar. — Je dois à M. Elié une belle chalcosite lamellaire enduite de covellite, associée à l'or natif dans un bloc de quartz d'une dizaine de mètres cubes, trouvé dans le lit du Beando, dans le district de Nosy Varika.

Tonkin. — Dans les gisements cuprifères de la Rivière Noire, la chalcosite se rencontre, seule ou associée à l'érubescite.

OLDHAMITE[1]

CaS

Cubique.

Facies. Forme des grains sans contours géométriquement définis.

Clivages. Clivages faciles suivant *p* (100).

Dureté. 4.

Densité. 2,58.

Coloration et éclat. Brun, brun rosâtre en lames minces.

Propriétés optiques. Isotrope.

Composition chimique. La formule CaS correspond à la composition suivante :

Ca.......	55,5
S........	44,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Soluble dans les acides, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt de soufre.

Altérations. Ce minéral très altérable se transforme en gypse par hydratation.

Diagnostic. Dans les lames minces, l'oldhamite rappelle la pérowskite, mais elle est moins réfringente, toujours monoréfringente et se dissout dans les acides avec dégagement de H^2S.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

L'oldhamite n'est connue que dans les météorites essentiellement constituées par des pyroxènes rhombiques. Son extrême altérabilité explique pourquoi elle n'a jamais été rencontrée dans les roches terrestres.

Je l'ai observée en grains microscopiques dans la météorite des Aubres (*Drôme*) (14 septembre 1836), qui est uniquement constituée par de l'enstatite grenue à structure cataclastique. L'échantillon, que j'ai examiné, m'a été obligeamment communiqué par M. Fletcher, directeur du British Museum.

1. A placer dans la systématique, avant la *blende*, t. II, p. 521.

BLENDE (T. II, p. 520).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La mine de la Touche renferme de la blende, formant avec galène des associations du type de la figure 13.

Ardenne. — *Ardennes*. Des cristaux noirs de blende se trouvent dans les septarias des marnes charmouthiennes de Wadelincourt.

Jura. — *Doubs*. Des cristaux de blende accompagnent la pyrite, la calcite, et la dolomite dans les géodes du calcaire à polypiers des carrières des Montboucons près Besançon.

Plateau Central. — *Ardèche*. Les marnes irisées de Seyres près les Vans renferment des nodules de quartz ou de calcédoine, parfois remplis de blende.

Lozère. De beaux cristaux bruns accompagnent la galène dans les géodes de quartz des mines de Flaviac.

Cévennes. — *Gard*. De la blende fibreuse se trouve dans les gisements calaminaires des environs de Durfort.

Puy-de-Dôme. J'ai observé des cristaux jaunes, transparents, de blende, associés à la barytine et au quartz de Saint-Gervais d'Auvergne.

Alpes. — De beaux cristaux transparents de blende, d'un rouge rubis, tapissent parfois, avec quartz et dolomite, les fentes des schistes houillers de Peychagnard.

Hautes-Alpes. Des recherches récentes ont fait trouver à Bréziers des filonnets de blende blonde lamellaire à gangue calcaire.

Algérie. — *Constantine*. Je dois à M. Sergère de fort beaux cristaux, atteignant 5 cm., de blende noire associés à des cristaux de quartz, à de la pyrite et à de la chalcopyrite, et provenant de l'Oued-bou-Doucka près Collo, a^1 et b^1 dominent ; ces cristaux peuvent rivaliser avec ceux de Hongrie.

M. Braly vient de me remettre de magnifiques cristaux (plus de 1 cm.) de blende noire (10,6 °/₀ de fer), très éclatants, du type de ceux représentés par la fig. 20 de la page 537 du tome II, avec en outre de petites facettes a^1 : les deux tétraèdres sont également brillants. Ces cristaux sont recouverts de cristaux de quartz hyalin.

Congo. — La blende, mélangée à la galène, se trouve en petite quantité mélangée à la chalcosite de Mindouli (voir plus haut, page 840).

Madagascar. — Les calcaires jurassiques de la côte nord-ouest renferment de petits nids, des cristaux et des veinules à gangue calcaire de blende jaune de miel ou brunâtre. Je dois à M. Villiaume des cristaux (b^1 dominant) de 3 cm., recueillis dans les mêmes conditions à Maromandia (rive droite de l'Aranomalaza) près du Port Radama, puis d'autres provenant des environs d'Ankaramy. Le gisement d'Ankalampobé, au nord-est de Nosy bé, est à signaler, à cause de l'association de la blende à la galène et à la kaolinite.

De la blende jaune de miel à grands clivages, renfermant jusqu'à 2 kg. d'or à la tonne, se rencontre dans les filons aurifères de l'Andavakoera.

Tonkin. — La blende est abondante au Tonkin, où elle se présente très souvent sous forme de masses clivables, quelquefois d'un jaune-paille, M. Dupouy l'a signalée (*op. cit.* 76) en particulier dans les gisements suivants, où elle est toujours plus ou moins accompagnée de smithsonite : Lang-Chea (province de Quang-Yen), avec panabase, dans une gangue de quartz, les macles polysynthétiques suivant b^1 sont fréquentes ; Than-Moï (province de Lang-Son), belles variétés translucides d'un jaune de miel, avec galène, calamine, sidérite, smithsonite ; Lang-Nath (province de Bac-Giang), quelquefois cristaux d'un jaune verdâtre dans dolomie ; Lang-Hit et divers autres gisements de la province de Thaï-Nguyen ; Phong-To (territoire de Lao-Kay), belle blende d'un brun clair à grandes lames, avec pyrite, panabase, etc. ; Nguyen-Binh (mine Ganymède) dans le territoire de Cao-Bang ; la blende est mélangée à de la galène, de la pyrite, du mispickel ; ce gisement contient aussi de la cassitérite et du wolfram.

GREENOCKITE (T. II, p. 545).

Voici quelques nouveaux gisements de greenockite pulvérulente, provenant de la décomposition de la blende cadmifère.

Plateau Central. — *Lozère.* Saint-Sauveur près les Moulins et filon des Trois-Chemins à Meyrueis.

Bourgogne. — *Yonne.* Dans rognons de galène et de blende des calcaires à gryphées de Saint-André en Terre-Pleine près Avallon

Pyrénées. — *Ariège*. Sentein.

Tonkin. — Dans smithsonite épigénisant blende à Than-Moï.

CINABRE (T. II, p. 547).

Corse. — J'ai cité page 550, d'après Nöggerath, un gisement de cinabre à Balagna en Occhia, c'est Occhiatana qu'il faut lire.

Algérie. — De nombreux gisements pourraient être ajoutés à ceux énumérés page 552. Le cinabre est toujours associé à des minerais de plomb et de zinc, sans jamais se trouver en cristaux distincts, ni en masses à elles seules exploitables d'une façon rémunératrice.

Je citerai seulement les gisements de Ras-el-Ma (veinules à gangue calcaire dans grès éocènes, avec mouches de galène et de stibine) et l'Est de Souala au N.-O. de Clairfontaine (veinules à ciment de calcite avec beaucoup de blende et de smithsonite, de la galène, etc).

Tonkin. — M. Dupouy a donné au Muséum (*op. cit.*) un bel échantillon de cinabre en lames cristallines translucides, provenant de la région ouest de Ha-Giang près de Kao-Loc, dans le secteur de Quang-Ba. Le cinabre est mélangé de quartz dans un calcaire dolomitique. Un autre gisement voisin se trouve à Na-Cho-Caï.

COVELLITE (T. II, p. 552).

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. La covellite est un produit d'altération fréquent de la chalcopyrite du filon de wolfram de Montbelleux en Luitré.

Plateau Central. — *Aveyron*. Les mines de Corbières ont fourni de petites masses clivables d'un beau bleu de covellite.

Saône-et-Loire. Ce minéral se trouve en masses, épigénisant sans doute de la chalcopyrite dans la roche à diaspore et svanbergite du filon de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

Madagascar. — Je dois à M. Odon de jolies lames hexagonales enchevêtrées de covellite bleue, englobées dans du gypse et provenant

du Djebel Chouchia, où ce minéral est accompagné de chalcopyrite, de pyrite, de cuivre natif et de chessylite.

2° *Dans les produits cuivreux immergés.*

Tunisie. — Dans des sondages effectués à Madhia pour la fouille d'un antique navire romain, immergé par 40 mètres de fond, dont il sera question à l'article *cotunnite*, on a trouvé encore adhérents à des débris de bois de longs clous, jadis constitués par du cuivre et aujourd'hui entièrement sulfurés.

Dans tous les échantillons que j'ai étudiés (*C. R.* CLI. 276. 1910) grâce à l'obligeance de M. Merlin, la transformation est totale. Les objets ont une structure zonaire, indiquant que l'épigénie a été progressive, allant de l'extérieur à l'intérieur ; par places, la covellite enveloppe du bois. Le minéral est d'un bleu-indigo, à éclat métallique, il possède un clivage facile, un aspect gras. Dans le tube fermé, il donne un sublimé de soufre.

M. Arsandaux a bien voulu faire l'analyse suivante : S 25,6 ; Cu 72,8 ; insol. 2,4. Cette composition montre que la covellite est mélangée de chalcosite ; ce dernier minéral est celui qui se forme d'ordinaire, dans des conditions analogues.

Cette observation est très intéressante, en ce qu'elle prouve d'une façon indubitable que les transformations d'objets de cuivre en sulfures, observées si souvent dans les sources thermales, se sont produites sans intervention d'hydrogène sulfuré d'origine profonde.

MILLÉRITE (T. II, p. 554).

Vosges. — *Alsace.* Des bouquets d'aiguilles de millérite accompagnent la linnéite des filons de la mine Saint-Sylvestre, à Urbeis, décrite plus loin page 870.

PYRRHOTITE (T. II, p. 551).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées.* La pyrrhotite se trouve dans des veinules de calcite traversant le calcaire de la carrière de Rioumaou.

Val d'Aran. — Le pyrrhotite grenue se trouve à la mine de Beausin près le Pont-du-Roi.

Ariège. J'ai recueilli des nodules de pyrrhotite pesant plusieurs kilogrammes dans le talc de Trimounts en Lordat.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Les mines de galène de Tauves ont fourni des prismes hexagonaux aplatis de pyrrhotite, atteignant 1 cm. de diamètre ; ils sont transformés en pyrite grenue ou en marcasite associées à de la galène, disposée en lits parallèles à la base de la pyrrhotite et présentant parfois un clivage *p*, parallèle à celle-ci.

Alpes. — *Isère*. M. Hoh m'a communiqué un prisme hexagonal de pyrrhotite, mesurant 0 cm. 5 suivant l'axe vertical, engagé dans le quartz d'un filonnet, qui traverse une aplite du Puy en Saint-Christophe en Oisans.

Madagascar. — La pyrrhotite abonde dans les gneiss, dans les cipolins de l'île ; elle forme notamment des masses assez grosses englobant des cristaux de pyrite dans le gneiss du tunnel de Koma (voir à *pyrite*).

PYRITE (T. II, p. 572 [1]).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Beaux cristaux, $1/2\ b^2$, avec dolomite, à Aspeigt près Bielle.

Bretagne. — *Loire-Inférieure*. Petits cristaux cubiques dans les schistes paléozoïques près du filon aurifère de Beslé.

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. Cristaux, pa^1, dans le filon de mispickel de Taillefer près Tortebesse.

Saône-et-Loire. Le filon de mispickel de Saint-Prix renferme en profondeur de grandes masses de pyrite, contenant des cristaux (pa^1) de 1 cm., remarquables par l'éclat de leurs faces.

Le filon de Chizeuil, près Chalmoux, est formé en profondeur par de la pyrite à gangue quartzeuse : elle est transformée aux affleurements en limonite, qui renferme les beaux cristaux de barytine décrits plus haut. Cette pyrite est grenue : elle renferme çà et là de gros cristaux cubiques enchevêtrés, d'un jaune verdâtre, des mouches ou des nodules d'érubescite, de chalcopyrite, de panabase, souvent transformées en covellite. Les roches riches en pyrophyllite, diaspore,

1. A ajouter à cette page après : Cubique, parahémiédrique.

chizeuilite, svanbergite, contiennent la pyrite sous une autre forme, en cristaux striés $^{1/2}b^2$ d'un jaune éclatant.

Vosges.— *Haute-Saône*. Un filon puissant de pyrite a été observé au Haut du Thème, près Servance, il renferme des cristaux cubiques, striés, enchevêtrés, supportant des cristaux lenticulaires d'hématite. M. Haag m'a remis, comme ayant été trouvé dans un champ voisin, un cristal isolé de 3 cm. 5 de diamètre présentant la combinaison $^{1/2}b^2\ a^1\ ^{1/2}s$, qui rappelle celle de certains cristaux de l'île d'Elbe.

Alpes. — *Savoie*. Les calcaires de Giez près Faverges renferment des globules de pyrite, à surface lisse, simulant des cailloux roulés.

M. Struever, dans une note (*Att. Acc. Torino* VI. 1871), qui m'a échappé autrefois, a décrit de petits cristaux de pyrite de Pesey, présentant la combinaison p, a^1, $^{1/2}b^2$, $^{1/2}b^{4/3}$, $^{1/2}b^{12/7}$ [π (12.7.0)], $^{1/2}s$, $a^2\ a^{1/2}$ [$^{1/2}b^2\ ^{1/2}b^{12/7} = 176°19'$].

J'ai observé des cristaux, $^{1/2}b^2$, englobés dans un calcschiste des environs du Bourg-d'Oisans.

De gros cristaux, $^{1/2}b^2$, sont associés à la galène géodique de la mine de la Gardette (galerie Héricart de Thury).

Maures. — *Var*. Beaux cristaux $^{1/2}b^2$, dans le gypse de Cogolin.

Algérie. — *Oran*. Je dois à M. Trapet des cristaux, $^{1/2}b^2$, avec macle de Lurdé (fig. 43), de la grosseur d'un pois, provenant du trias de Djelfa (Rang-el-Melah) et d'Aïn Ourka près Aïn Sefra.

Constantine. Cristaux du même genre au Djebel-Amar-Kadou. Le gisement ferrifère (hématite) du Djebel Filfila, près Philippeville, contient de magnifiques cristaux de pyrite, parfois englobés dans du quartz et atteignant quelques centimètres ; ils sont généralement transformés en limonite. Les formes dominantes sont soit a^1, soit $^{1/2}b^2$; j'ai observé un cristal du type de la figure 57 (p. 625).

Madagascar. — Des cubes de pyrite se trouvent dans les nodules calcaires argileux des lignites de la baie d'Ampasindava ; des échantillons du même genre abondent dans les formations sédimentaires du bassin de la Betahitra (côte nord-est). Des cubes de plusieurs centimètres d'arête, entourés de pyrrhotite, ont été rencontrés dans le gneiss, traversé par le tunnel de Koma, sur la ligne de Tananarive à Tamatave.

M. Dabren m'a remis un cube isolé de 4 cm. d'arête, provenant des environs de Mevatanana, sans indication de nature de gisement.

La pyrite très aurifère se trouve dans les filons d'Andavakoera.

Nouvelle-Calédonie. — Gros cristaux, pa^1 enchevêtrés dans des schistes noirs.

Tonkin. — M. Dupouy a rapporté de nombreux cristaux (*op. cit.* p. 97) de pyrite provenant de schistes anciens ; $^{1/2}$ b^2 est très rare (Nguyen-Binh) ; le cube est presque constant, variant de quelques fractions de millimètre à 2 cm., mais avec généralement les mêmes dimensions dans un gisement donné (Cho-Moi, Lao-Kay, An-Chau, Vinh-Yen). Ces cristaux sont souvent hydroxydés et parfois déformés (Vinh-Yen) : ils se concentrent dans des alluvions.

Guyane. — Des amas de pyrite aurifère souvent importants se trouvent dans les filons quartzeux, notamment au placer Eldorado (Bassin du Sinnamary).

MARCASITE (T. II, p. 641).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. L'échantillon représenté par la figure 14 de la page 650 provient non pas des Thélots, mais de Margenne près Autun.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. Des rognons de marcasite à fibres très serrées ont été trouvés à la mine de la Touche en Vieux-Vy.

SMALTITE (T. II, p. 629).

Congo. — J'ai signalé (*B. S. M.* XXXI. 249. 1908) que M. Lucas m'a remis un bloc de smaltite, à gangue de calcite, de Mindouli.

CHLOANTHITE (T. II, p. 632).

Alpes. — *Hautes-Alpes*. M. Thénaud vient de me remettre une petite masse de chloanthite englobée dans du quartz, et provenant du filon de Bréziers qui a fourni de l'annabergite aux affleurements.

MISPICKEL (T. II, p. 663).

On a vu plus haut que depuis peu des recherches très actives sont faites en France pour la recherche de gisements aurifères, et le plus généralement sur des affleurements de filons de mispickel. Je citerai

ceux dont j'ai vu des échantillons; la liste de ces gisements pourrait être beaucoup augmentée, mais cela serait sans intérêt, ce mispickel étant en général dépourvu de formes géométriques.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*, Des mouches et de petits amas de mispickel ont été signalés par M. Kerforne dans les filons de quartz de la butte de Couësme près Rennes (*Bull. soc. sc. méd. ouest* XII. 200. 1903). Ce minéral abonde aussi dans le filon de wolfram de Montbelleux en Luitré, et au Tertre en Dompierre-du-Chemin.

Loire-Inférieure. De petits cristaux de mispickel de 1 à 2 mm. (*m p*, ou un dôme extrêmement obtus), très aplatis suivant la base, se rencontrent dans le filon de quartz à or visible de Beslé.

Le cristal représenté par la figure 1 de la page 665 provient non de Barbin, mais des bords du ruisseau de Gesvres près La Jonnalière.

Maine et Anjou. — *Mayenne*. Les filons aurifères, à gangue quartzeuse, exploités à la Lucette en le Genest ont un remplissage de stibine, de mispickel, avec quelquefois or libre et mouches de blende. Les cristaux de mispickel sont petits, mais fort nets ; ils présentent les formes $m\,e^1\,e^2$, avec grand allongement suivant l'axe vertical (Michel, *B. S. M.* XXVII. 79. 1904); ils sont très aurifères.

Maine-et-Loire. Les filons de Saint-Pierre-Montlimart, dont il est question page 667, sont actuellement exploités pour or à la mine de la Bellière.

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Un filon de mispickel se trouve près des contacts granitiques du pic d'Arbizon.

Corbières — *Aude*. Des filons sont exploités à Terrisse près Mas-Cabardès : cette mine a fourni de beaux échantillons d'allophane.

Je dois à M. Braly de magnifiques échantillons de mispickel provenant de Villardonnel. Des cristaux atteignant 2 cm. (*m p*, à faces striées par suite de l'existence d'un clinodôme très obtus) sont distribués dans un schiste micacé, au voisinage d'un filon, qui fournit des masses caverneuses constituées par un mélange de quartz, de pyrite et de mispickel très altérable du type de la figure 7, page 670.

Cévennes. — *Gard et Ardèche*. Les conglomérats du bassin de Grand Combe renferment des blocs de mispickel (avec un peu de panabase) ; c'est dans la présence de ce minéral qu'il faut rechercher l'origine

de l'or de ces conglomérats ; je dois à M. Villiaume un échantillon venant de Bulidor (*Ardèche*).

Haute-Loire. A citer un filon à Espeluche.

Plateau Central. — *Cantal*. Un filon de mispickel aurifère se trouve sur le revers S. E. du Cézalier à Molèdes et Vèze. Un autre est exploité près de Chaudesaigues.

Creuse. Une exploitation aurifère est ouverte au Châtelet, près Evaux, sur du quartz, coloré en noir par des cristaux microscopiques de mispickel aurifère.

Corrèze. Un filon de mispickel affleure dans le cimetière de Cornil.

Puy-de-Dôme. A citer les filons de la Bessette près Larodde, de Boutaresse en Saint-Alyre-ès-Montagne, de Vins-Haut, de Parrot, etc.

Un filon de microgranite de Cher en Echandelys renferme à l'état disséminé des cristaux de pyrite et de mispickel, qui disparaissent par altération et sont remplacés par de petits cristaux de pharmacosidérite.

Vosges. — [*Alsace*.] La rammelsbergite et l'arsenic natif de Sainte-Marie-aux-Mines sont associés à un mispickel un peu cobaltifère, en petits cristaux peu distincts (sans doute m e^1).

Alpes. — *Isère*. Des cristaux, allongés suivant l'axe c, accompagnent la blende et la galène à la mine de la Poype près Vienne.

Hautes-Alpes. De petits cristaux de mispickel se trouvent dans l'aplite du Peyroux d'Amont près La Grave.

Corse. — La collection du Muséum possède un échantillon de mispickel grenu, accompagné de quartz et provenant de Belgodere.

Tonkin. — Le mispickel se rencontre assez fréquemment en petites quantités dans divers minerais métalliques de cette colonie.

M. Dupouy l'a cité notamment (*op. cit.* 98) dans un filon quartzeux du nord de Bac-Kan ; dans le gîte Ganymède au pied du Pia-Ouac, près des gisements stannifères de Tinh-Tuc, dont le greisen en renferme aussi, enfin dans un micaschiste de la Rivière Noire.

Nouvelle-Calédonie. — J'ai rencontré de jolis cristaux (pm) de mispickel de 2 mm., associés à la pyrrhotite, à la chalcopyrite, à la blende et à la galène de Kalaa (Gomen).

Guyane. — Du mispickel a été observé dans les filons quartzeux aurifères. (Levat, *A. M.* XIII. 386. 1898).

RAMMELSBERGITE[1]

Ni As ^{2}

Orthorhombique : *mm* = 123 à 124°.

Formes et facies. La rammelsbergite se trouve en cristaux peu distincts, rappelant ceux du mispickel ; plus souvent, elle constitue des masses grenues, concrétionnées ou fibreuses.

Clivages. Clivages *m* (110). Cassure inégale.

Dureté. 5,5 à 6. Fragile.

Densité. 6,9 à 7,2.

Coloration et éclat. Blanc d'étain, avec teinte rougeâtre. Poussière d'un gris noir. Éclat métallique.

Composition chimique. Comme chloantite, page 633 du tome II. Une partie du nickel peut être aussi remplacée par du fer. M. Dürr a décrit (*Die Miner. der Markircher Erzgänge*, *Strassburg*, 1907) un minéral ayant la composition suivante : As 66,84 ; Fe 19,48 ; Ni 11,09 ; Co 1,72 = 99,13 ; cette substance est par conséquent qualitativement intermédiaire entre la rammelsbergite et la löllingite, mais sa formule $Fe^{11}Ni^6CoAs^{31}$, présente un déficit en arsenic sur la formule théorique (Ni,Fe) As^2. Le minéral ne formant pas de cristaux distincts, peut-être s'agit-il là d'un mélange de rammelsbergite et de leucopyrite (Fe^3As^4) ou d'une combinaison nickélifère analogue. Dans cette hypothèse, la composition donnée plus haut se rapproche de la formule $9\,RAs^2 + 3R^3As^4$.

Essais pyrognostiques. Comme chloanthite.

Diagnostic. Se distingue de la chloanthite par sa forme, ses clivages, et par sa densité plus grande.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace*]. M. Dürr a publié l'analyse donnée plus haut, faite sur de curieux échantillons, trouvés récemment à la mine Gabe Gottes, à Sainte-Marie-aux-Mines. Ils forment, au milieu de l'arsenic natif, des dendrites et des agrégats de petits nodules fibreux, ayant individuellement 1 cm. de diamètre. Ce minéral est associé au mis-

1. A placer dans la systématique après *mispickel*, t. II, page 672. La *safflorite* est le type cobaltifère correspondant à la rammelsbergite.

pickel dans un filon de quartz et de dolomite. J'ai pu en examiner quelques bons échantillons, grâce à l'obligeance de MM. Bourgeois et Dürr.

LAUTITE

CuAsS

Monoclinique ?

Facies. Masses compactes ou fibreuses. Si le minéral est monoclinique, l'allongement a lieu suivant l'axe *b*.

Clivages. Il existe trois clivages, compris dans la même zone ; d'après M. Dürr, l'un est parfait (*a*), les deux autres, (*b*) et (*c*), sont inégalement faciles. $a\ b = 63°39'$; $b\ c = 162°20'$; $c\ a = 134°2'$.

Dureté. 3 à 3,5. Fragile.

Densité. 4,53 (Sainte-Marie-aux-Mines).

Coloration et éclat. Gris d'acier avec teinte rougeâtre. Poussière noire. Éclat métallique.

Composition chimique. La formule CuAsS correspond à la composition *a*.

b) analyse de la lautite de Sainte-Marie-aux-Mines, par M. L. Dürr. (*op. cit.*).

	a	*b*
As.........	44,01	44,53
S.........	18,78	18,30
Cu........	37,21	37,07
	100,00	99,90

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, décrépite, donne un sublimé d'arsenic et de sulfure d'arsenic. Par grillage, se transforme en une masse cristalline à éclat métallique. Soluble dans les acides.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace.*] La lautite n'était connue jusqu'à présent qu'à Marienberg en Saxe. M. L. Dürr l'a trouvée (*Mitt. geol. Landessanst. Elsass-Lothr.* VI. 249. 1906) parmi des minéraux provenant d'une récente exploitation de la mine de Gabe Gottes dans le Rauenthal, près Sainte-Marie-aux-Mines. Elle se rencontre dans un

filon riche en arsenic natif, panabase, smaltite, rammelsbergite, proustite, etc.

Elle forme dans l'arsenic des agrégats cristallitiques fibreux, atteignant 5 cm. de longueur, dont le clivage le plus facile rappelle celui de l'énargite.

SYLVANITE [1]

$(Au, Ag)Te^2$

Monoclinique : $mm = 62°56'$.

$p : h := 1000 : 660,50$ $D = 522,01$ $d = 852,93$

Angle plan de $p = 62°56'$

— $m = 90°21'$

$$\left[\begin{array}{c} a : b : c = 1,63394 : 1 : 1,12653 \text{ (Schrauf).} \\ zx = 89°35' \end{array}\right]$$

Macles. Macle suivant o^1 (101), parfois polysynthétique, formant souvent des arborisations compliquées (*tellure graphique*).

Formes et facies. Les cristaux de sylvanite sont aplatis suivant g^1 (010) ou suivant o^1 (101) ; fréquemment allongés parallélement à b ou suivant une arête $o^1\ g^1$, ils sont plus souvent cristallitiques.

Ce minéral forme aussi des masses lamelleuses ou grenues ; c'est sous cette forme seulement qu'il se rencontre dans les gisements étudiés plus loin.

Clivages. Clivage parfait suivant g^1 (010) ; cassure inégale.

Dureté. 1,5 à 2. Fragile.

Densité. 7,9 à 8,3.

Coloration et éclat. Gris d'acier à blanc d'argent, tirant sur le jaune. Éclat métallique très brillant.

Composition chimique Dans la formule (Au,Ag) Te^2, le rapport Au : Ag est variable ; dans le cas où il est 1 : 1, la composition est la suivante ; il existe parfois de très petites quantités de plomb ou d'antimoine.

Te	62,1
Au	24,5
Ag	13,4
	100,0

1. A placer dans la systématique à la suite du *cinabre*, t. II, p. 552.

Essais pyrognostiques. Dans le tube ouvert, donne un sublimé d'acide tellureux, fusible au chalumeau en gouttes transparentes.

Au chalumeau, sur le charbon, fond en un globule gris, entouré d'un enduit blanc, qui se volatilise en colorant la flamme en vert bleu.

Soluble dans l'eau régale ; la solution, évaporée à sec et reprise par l'eau, laisse du chlorure d'argent insoluble et donne, par addition de chlorure de sodium, des octaèdres d'un jaune d'or de chlorotellurite de césium, ayant l'aspect du chloroplatinate de potassium.

Diagnostic. Par sa couleur et par sa structure lamelleuse, la sylvanite pourrait être confondue avec la bismuthinite ou la stibine, bien que sa teinte un peu jaunâtre soit assez caractéristique ; elle se distingue aisément de ces minéraux par ses réactions pyrognostiques et microchimiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La sylvanite est un minéral caractéristique de certains gisements aurifères.

Afrique Occidentale. — *Côte d'Ivoire.* La sylvanite paraît assez répandue dans les filons aurifères de la Côte d'Ivoire ; elle ne s'y trouve qu'en petite quantité et généralement très enchevêtrée avec l'or natif.

J'en ai vu provenant du Sanwi ; le meilleur échantillon examiné et sur lequel le clivage facile est très net, provient d'Aboisso et m'a été remis par M. Braly.

Gisement incertain.

Guyane. — L'existence de tellurures d'or dans cette colonie a été signalée par divers ingénieurs, et notamment par M. Levat (*A. M.* XIII. 386. 1898), mais sans aucune précision sur l'espèce minérale rencontrée.

J'ai reçu comme tels d'assez nombreux échantillons, notamment de la mine Adieu-Vat. Le minéral blanc d'argent examiné a toujours été de la stibine lamelleuse. Elle est intimement mélangée avec l'or natif.

SULFOSELS

ÉRUBESCITE (T. II, p. 674).

Pyrénées. — *Basses-Pyrénées*. Des recherches, faites près d'Accous, ont fait découvrir un petit gîte d'érubescite, qui contient des masses fibreuses de trémolite.

Plateau Central. — *Tarn*. J'ai examiné récemment un échantillon d'érubescite compacte, provenant d'Alban-le-Fraisse.

Saône-et-Loire. Des nodules d'érubescite très fragiles se trouvent dans des filons de pyrite de Chizeuil près Chalmoux.

Tonkin. — L'érubescite est le minerai principal de cuivre du bassin de la Rivière Noire, où elle paraît accompagner des roches vertes. Elle est associée à de la chalcosite et parfois à un peu de chalcopyrite, à de la malachite, etc. Le gisement le plus important se trouve près de Van-Saï entre Van-Bu et Van Yen (Dupouy, *op. cit.*, 124).

Madagascar. — Un gisement important d'érubescite se trouve à Ambatofangehana; il a fourni de très beaux échantillons (voir à *malachite*).

CHALCOPYRITE (T. II, p. 678).

Pyrénées. — *Hautes-Pyrénées*. Des nodules de chalcopyrite se trouvent comme accident minéralogique au milieu du marbre campan de la carrière de Payolle.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Des cristaux magnifiques de chalcopyrite ont été rencontrés dans le filon de quartz aurifère de la Gardette; ce sont des sphénoèdres, très striés (fig. 1), atteignant 8 cm. de plus grande dimension. Ils sont implantés sur le quartz ou englobent celui-ci.

Isère. Le filon de la Bréole renferme de la chalcopyrite à gangue quartzeuse; j'ai décrit (*B.S.M.* XXXI. 353. 1908) de curieux échantillons, que je dois à M. Thénaud; ils consistent en *rhombododécaèdres*,

atteignant 3 cm. ; leur composition est celle de la chalcopyrite : 34 % de Cu et 30 de Fe. La densité est de 4,1. Il ne s'agit donc pas de *cubanite* ; est-ce une pseudomorphose ou un cas de dimorphisme de la chalcopyrite ?



Fig. 1.
Sphénoèdres de chalcopyrite de la Gardette (*Photographie un peu réduite.*)

Vosges. — [*Alsace*]. La chalcopyrite se rencontre à la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis, accompagnant la galène, la blende et la panabase argentifère ; les gros cristaux, atteignant 1 cm., doivent à une structure polysynthétique l'imperfection de leurs formes, parmi lesquelles domine $a^{1/2}$ (201). De petits cristaux ne dépassant pas 2 mm. 5, implantés sur dolomite, sont très riches en formes, parmi lesquelles M. Ungemach a observé (voir à *panabase*) les suivantes $+\frac{1}{2} b^{1/2}$, h^1, $+\frac{1}{2} b^{1/4}$ [$\varkappa$ (221)], $+\frac{1}{2} b^{4/5}$ [$\varkappa$ (558)], $+\frac{1}{2} b^{9/4}$ [$\varkappa$(229)] ; $a^{3/11}$ (11.0.3), $a^{1/2}$ (201), $a^{4/7}$ (704), $a^{2/3}$ (302), $a^{20/31}$ (31.0.20), $a^{7/9}$ (907), $a^{4/5}$ (504), a^1 (101), $a^{3/2}$ (203); les cristaux présentent des facies variés, suivant que ce sont $b^{1/2}$, $a^{1/2}$ ou $a^{4/5}$ qui dominent.

M. Dürr a signalé (*op. cit.* 29) à Sainte-Marie-aux-Mines quelques formes, que je n'ai pas indiquées page 685; ce sont : p (001), $a^{1/2}$ (201), $a^{2/3}$ (302), associées à $\pm$ $b^{1/2}$ dans des cristaux riches en macles polysynthétiques.

Tonkin. — La chalcopyrite est assez fréquente au Tonkin (Dupouy *op. cit.* 125) ; elle accompagne l'érubescite à Van-Saï, la panabase dans des gîtes de la province de Bac-Giang et de Quang-Yen, etc. Elle se trouve en outre comme minéral accessoire dans quelques gîtes de galène (Bac-Kan), de blende (Lang-Chea), etc.

LINNÉITE[1]

$CoS.Co^2S^3$

Cubique.

Formes observées et macles. La forme dominante consiste en octaèdres a^1 (111), présentant parfois la macle du spinelle.

Clivages. Clivages cubiques imparfaits.

Dureté. 5,5.

Densité. 4,8 à 5.

Coloration et éclat. Gris d'acier; se ternissant à l'air en devenant rougeâtre. Poussière gris noir. Éclat métallique.

Composition chimique. La formule $CoS.Co^2S^3$ correspond à la composition suivante, une partie du cobalt étant toujours remplacée par du fer et surtout du nickel (*siegénite*).

S......	42,1
Co.....	57,9
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube fermé, donne un sublimé de soufre; dans le tube ouvert, des vapeurs sulfureuses; celles-ci se dégagent au chalumeau et laissent un globule magnétique, qui fournit les réactions du cobalt et généralement celles du nickel et du fer. Soluble dans l'acide azotique avec dépôt de soufre.

Diagnostic. La forme pourrait faire confondre la linnéite avec la smaltite et la cobaltite, mais elle s'en distingue par l'absence des réactions de l'arsenic.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Vosges. — [*Alsace.*] M. Ungemach a trouvé des octaèdres de linnéite avec de petites facettes *p* (100) et des traces de a^4 (411) (*B. S. M.* XXXII. 22. 1909) dans les géodes de dolomite de certains filons de la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis ; ils sont associés à la calcite, à la chalcopyrite, à la blende, à la millérite et enfin à de la whewellite.

1. A placer dans la systématique après la *chalcopyrite*, t. II, p. 690.

BERTHIÉRITE (T. II, p. 692).

Plateau Central — *Puy-de-Dôme*. J'ai cité page 694, d'après Berthier, la berthiérite à la mine de Martouret; je n'ai pu trouver avec certitude la position de cette mine; dans sa *Topographie minéralogique du Puy-de-Dôme* (page 90), Bouillet indique la stibine à Montaigut (arrondissement de Riom), il existe près de cette localité un Marthuret (en Pionsat), d'où provient peut-être le minéral en question. Il en est de même pour le gisement de Chazelles; plusieurs localités de ce département portent ce nom ; celle qui a fourni la berthiérite est probablement située en Chapdes-Beaufort, au nord-est de Pontgibaud.

M. P. Gautier m'a remis une berthiérite provenant de Mérinchal; elle est associée à de la stibine dans du quartz.

Haute-Loire. La berthiérite fibreuse se trouve à Pressac en Saint-Étienne-sur-Blesle.

Cantal. Je dois à M. Lauby un échantillon provenant de la mine d'Espezolles en Saint-Marie-le-Plain.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a étudié à nouveau (*B.S. M.* XIX. 1906) la berthiérite des environs de Charbes (filons de Honilgoutte et du Trou-du-Loup), dont il a été question page 694; il en a donné l'analyse suivante, abstraction faite de 5,29 de quartz : S 29,56; Sb 57,02; Fe13,42. Densité : 4,21 à 4,23. Ce minéral se présente en cristaux cylindroïdes, en aiguilles capillaires, et enfin en masses fibrobacillaires.

JAMESONITE (T. II, p. 697).

Cévennes. — *Gard*. Je dois à M. Mingaud la communication de pinceaux d'aiguilles libres de jamesonite atteignant 8 cm. de longueur et provenant de Bordezac.

Plateau Central. — *Cantal*. Le filon de stibine de Leyvaux renferme sur ses bords des houppes de jamesonite enveloppées dans le quartz.

PLAGIONITE [1]

$5PbS.4Sb^2S^3$

Monoclinique : *mm* = 85°27′

$b : h = 1000 : 279,76$ $D = 661,70$ $d = 749,77$

angle plan de *p* = 82°51′

— *m* = 102°48′

[*a* : *b* : *c* = 1,1331 : 1 : 0,4228]
[*zx* = 72°49′30″ (Luedecke).]

Formes observées. *p* (001) ; $d^{1/4}$ (221) ; $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$) (?).

	Angles calculés.		Angles calculés.
$pd^{1/4}$	138°33′30″	$d^{1/4}d^{1/4}$ av.	120°30′
$pb^{1/2}$	148°48′	$b^{1/2}b^{1/2}$	130°18′

Formes et facies. La plagionite se rencontre soit en cristaux nets, soit en masses cristallines.

Clivages. Clivages assez faciles suivant $d^{1/4}$ (221). Cassure conchoïdale à inégale.

Dureté. 2, 5. Fragile.

Densité. 5, 4.

Coloration et éclat. La couleur et la poussière sont d'un gris de plomb noirâtre. Opaque.

Éclat métallique très vif, se ternissant par exposition à l'air.

Composition chimique. La formule $5PbS. 4Sb^2S^3$ correspond à la composition *a*).

b) Analyse de la plagionite de la Bouzole par Berthier (*A.M.* XV. 613. 1839). Le minéral contient en outre une petite quantité d'argent.

	a	*b*
S......	21,5	21,2
Sb.....	37,8	37,0
Pb.....	40,7	41,0
Cu.....	»	0,4
Fe.....	»	0,4
	100,0	100,0

Essais pyrognostiques. Comme *zinkénite*.

1. A placer dans la systématique après *zinkénite*, t. II, p. 697.

Diagnostic. Les formes géométriques et les clivages permettent facilement de reconnaître ce minéral, mais l'analyse quantitative est nécessaire pour le distinguer des autres sulfoantimoniures de plomb, quand il se présente en masses compactes.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Corbières. — *Aude.* J'ai trouvé dans un mémoire de Berthier, consacré à l'étude des minerais plombifères antimoniés, l'analyse donnée plus haut; le minéral, à éclat métallique, à structure fibreuse, forme dans les calcaires paléozoïques de la mine de la Bouzole, près Quillan, un filon à gangue de barytine, sur lequel des recherches ont été faites en 1839; il n'est guère douteux qu'il ne se rapporte à la plagionite. C'est peut-être de ce gisement que provient l'échantillon de la collection de Strasbourg avec la seule indication « Corbières », dont il est question tome II, p. 692.

Plateau Central. — *Cantal.* J'ai rencontré parmi les échantillons de la mine de stibine de Leyvaux, que m'a communiqués M. de Brun, de petits cristaux (3 à 4 mm.) de plagionite, implantés avec blende brune, sur une gangue quartzeuse. Ces cristaux, dont la forme générale est représentée par la fig. 1, ne sont pas mesurables. Ils sont en effet extrêmement ternes. L'angle des clivages est un peu trop faible (118° à 119°, au lieu de la valeur théorique de 120°30′ donnée plus haut pour $d^{1/4}$ $d^{1/4}$), mais les mesures sont mauvaises par suite de l'imperfection de ces clivages et il n'y a pas lieu de s'arrêter à cet écart. Par analogie avec les cristaux de Wolfsberg, décrits par Luedecke, il est probable que la pyramide postérieure est $b^{1/2}$ ($\bar{1}11$), mais elle n'a pu être mesurée.

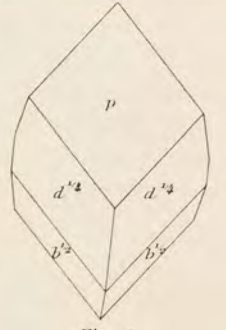


Fig. 1.
Plagionite de Leyvaux.

BOULANGÉRITE (T. II, p. 695).

Plateau Central. — *Haute-Loire.* Un sulfoantimoniure gris d'acier a été exploité à la mine d'Ally (concession de Freycenet-La Rodde), il doit sans doute être rapporté à de la boulangérite ; il est

souvent en partie épigénisé en bleiniérite et en massicot (voir tome III, page 312).

Je dois à M. Bouhard un échantillon du même minéral provenant d'Aubazaguet en Aubazat. Baudin l'a aussi signalé (*Ann. sc. Auvergne*, IX. 242. 1836) à Chazelle-Haut en Brioude.

Algérie. — *Alger*. Des masses compactes grenues ou fibreuses de boulangérite ont été rencontrées à Guerrouma et à l'Ouarsenis (Kef-Sidi-Abd-el-Kader) avec blende ; elles n'ont pas été analysées.

BOURNONITE (T. II, p. 699).

Plateau Central. — *Haute-Loire*. Je dois à M. Bouhard de très curieux cristaux isolés, obtenus par lavage d'un micaschiste décomposé d'Aubazaguet en Aubazat ; ils sont souvent complets, atteignent jusqu'à près d'un centimètre et ont souvent beaucoup moins ; leur forme est celle représentée par les figures 1 à 3 de la page 702 du tome II. Les macles suivant *m* sont fréquentes.

De très beaux cristaux, ayant quelquefois l'éclat de ceux du Cornwall, ont été trouvés accessoirement dans le filon (boulangérite) Sainte-Cécile à Ally (voir plus haut). Ils atteignent près d'un centimètre et ont été décrits par M. Ad. Richard (*B. S. M.* XXVII. 219. 1904), qui y a signalé les formes suivantes : h^1, h^3, a^2, a^3, a^1, e^1, b^1, a_3 (211). Les cristaux, que j'ai moi-même étudiés, sont plus petits ; les macles répétées y sont fréquentes.

Puy-de-Dôme. Je dois à M. Demarty des cristaux isolés de bournonite, qui ont été isolés par le même procédé que ceux d'Aubazaguet des micaschistes des mines de la Bessette, se poursuivant sur les communes de Trémouille Saint-Loup et de Larodde. Ils n'ont guère plus de 2 mm. et se trouvent dans l'argile formant les salbandes d'un filon de mispickel. Ils sont un peu allongés suivant l'axe vertical, très maclés ; j'y ai rencontré un groupement à 60° par rapport à l'axe vertical, rappelant celui de la staurotide.

Presque immédiatement après l'apparition du tome II, M. Gonnard a publié (*B. S. M.* XX. 312. 1897) la description des cristaux de Pontgibaud, dont il avait bien voulu me donner le résumé que j'ai reproduit page 706. Plus récemment, ce savant est revenu sur cette question et a fait quelques rectifications. De nouveaux cristaux

présentent les combinaisons $p\ m\ h^1\ h^3\ g^1\ e^1\ a^1\ b^1\ b^{1/2}$; $pm\ h^1\ g^1\ e^1\ a^1\ b^1\ b^{1/2}\ a_3$.

Un autre cristal porte le prisme $h^{12/7}$ (19.5.0), qui doit être substitué à $h^{23/13}$ indiqué page 706. De même, les formes données comme nouvelles, avec les symboles e_6, a_1 et V^1, ne sont autre chose que b^1, a^1 et $b^{1/2}$ d'un second individu, maclé suivant la loi ordinaire avec le cristal précédent.

Alpes. — *Haute-Savoie*. J'ai visité (*B. S. M.* XXIII. 54. 1909) le gisement de Sainte-Marie-aux-Fouilly, dont il est question page 706. La mine de cuivre est située sur la rive gauche de l'Arve, immédiatement en amont du pont de Sainte-Marie, et non loin du village des Houches ; il est possible de recueillir encore sur les haldes des blocs de bournonite, renfermant des cristaux, qui se rapportent au type des figures 1 à 3 de la page 702.

Il me paraît aujourd'hui vraisemblable que les cristaux de bournonite, que j'ai décrits page 706, comme provenant de Servoz, sans indication plus précise, ont été fournis par les anciennes mines de la Montagne de Pormenaz, situées au-dessus de ce village.

Hautes-Alpes. J'ai décrit (*B. S. M.* XXXII. 54. 1909) de très jolis cristaux de bournonite, à faces éclatantes, mesurant de 5 à 6 mm., qui ont été trouvés par M. Thénaud dans une recherche, malheureusement aussitôt abandonnée, et qui a été effectuée sur un filon à gangue de calcite et de célestite, traversant les calcaires secondaires de Bréziers. Les cristaux appartiennent d'ordinaire au type de la figure 1 ; les formes dominantes sont p, h^1, g^1 (également développées), toujours accompagnées de m, a^1, a^2, b^1, parfois de h^5 (320) et d'autres prismes très cannelés. Quelques cristaux, très aplatis suivant p, se rapportent au type de la figure 11, page 707. M. Thénaud a trouvé aussi des cristaux de même forme, mais de couleur foncée dans un autre filon voisin du précédent, filon qui a fourni de la chloanthite et de l'annabergite.

Algérie. — *Constantine*. La bournonite a été rencontrée dans le gisement plombifère et zincifère de Kef-oum-Theboul.

Tonkin. — M. Dupouy a trouvé (*op. cit.* 136) de la bournonite en masses grenues, associées à la galène et à la panabase dans le gîte de Lang-Chea.

PANABASE (T. II, p. 721).

Alpes. — *Isère*. La panabase se rencontre parfois dans le filon de quartz de la Gardette ; elle englobe des cristaux nets de galène.

MM. Prior et Spencer ont décrit (*Min. Magaz.* XII. 196. 1899) un gros cristal de panabase de Fresney-d'Oisans mesurant 4 cm. suivant une arête octaédrique ; les faces dominantes sont — a^1 (terne) et + a^1 également développées, donnant au cristal une apparence holoèdre (fig. 1) ; de même, les deux formes conjuguées de a^2 sont présentes, + a^2 est brillant et finement strié *parallèlement* à son intersection avec + a^1, tandis que — a^2 est strié *perpendiculairement* à son intersection avec — a^1, c'est-à-dire parallèlement à l'intersection avec b^1, qui n'est représenté que par de très fines facettes. Cette panabase, d'un gris d'acier, a une densité de 4,921 ; elle repose sur de la sidérite transformée en limonite ; elle est recouverte par du quartz et associée à de la malachite et de la chessylite. L'analyse a fourni les résultats suivants : S 24,48 ; Sb 28,85 ; As tr. ; Cu 45,39 ; Fe 1,32 ; Pb 0,11 = 100,15, correspondant presque exactement à la formule 3 $Cu^2S\ Sb^2S^3$.

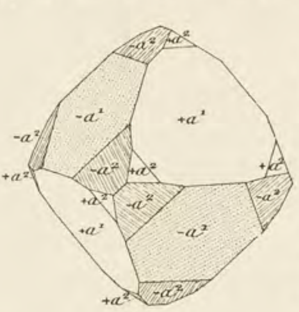


Fig. 1.
Panabase de Fresney-d'Oisans.

Pyrénées. — *Ariège*. Un filon de panabase à gangue de quartz et de sidérite a été exploité à la mine de Lina, à 1 km. est de la Chapelle Sainte-Croix à Alzen. La panabase est massive, mais se trouve quelquefois en très jolis cristaux $1/2\ a^1$, associés à de la dolomite dans des géodes de quartz. On a vu plus haut qu'un filon croiseur est riche en réalgar.

Corbières. — *Hérault*. La collection de Marcel de Serre renfermait un bel échantillon de panabase provenant de Campagne Giraud, près Lodève.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Le filon de pyrite de Chizeuil renferme quelques tétraèdres de panabase, souvent en partie transformés en covellite.

Vosges. — [*Alsace.*] Au moment où je préparais la description de la panabase de Framont (page 78), un mémoire de M. J. Schweitzer (*Kryst. Beschreib. Eisenglanz und Fahlerzes von Framont.* Strassburg. 1892) m'a échappé ; cet auteur y a signalé quelques faces acces-

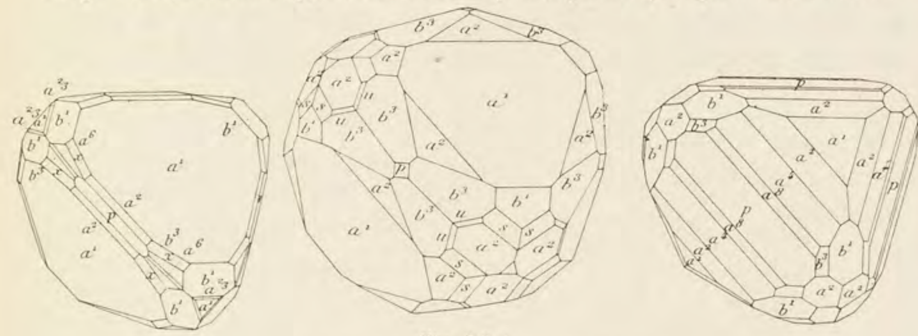


Fig. 2 à 4.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

soires, que je n'ai pas observées moi-même : $+ a^{1/2}$ (322), $— a^{1/7}$ ($1\bar{7}7$), $— a^{2/11}$ ($2.\overline{11}.11$), $+ a^{21/20}$ (21.20.20), $+ a^{40/41}$ (40.41.41).

M. Ungemach, dans sa thèse sur les gîtes métallifères du Val de Villé (*B. S. M.* XIX. 1906. 194), a fait connaître un gisement de panabase remarquable, à la fois par l'abondance, par la beauté, et

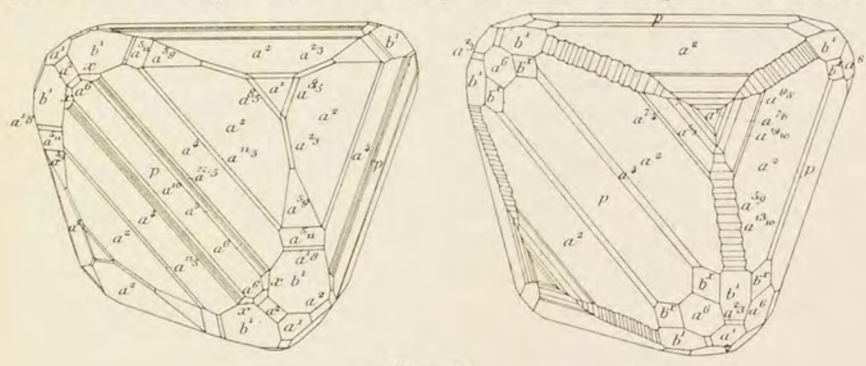


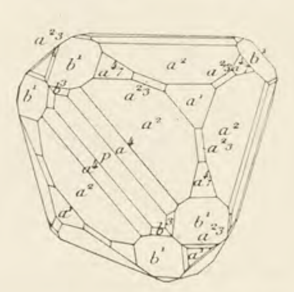
Fig. 5 et 6.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

par la richesse en formes et en combinaisons de ses cristaux. Il s'agit de la mine de Saint-Sylvestre à Urbeis.

Voici le résultat de ses observations, en tenant compte de rectifications, qu'il a apportées à ses premières observations dans un second mémoire (*B. S. M.* XXXII. 368. 1909). Les figures reproduites ci-contre sont empruntées à ces deux travaux.

Au point de vue chimique, il existe deux variétés, l'une plus arsénifère, de densité 4,82 ; l'autre, plus argentifère, de densité 5,10.

Leur composition est la suivante : pour la variété arsénifère : S 25,58 ; Bi 1,63 ; Sb 17,47 ; As 6,75 ; Zn 5,05 ; Fe 3,77 ; Pb 0,53 ; Ag tr ; Cu 38,15 = 98,93 ; pour la variété argentifère : S 25, 52 ; Sb 25,24 ; As 1,21 ; Zn 4,86 ; Fe 3,79 ; Ag 5,94 ; Cu 34,15 = 100,41. Peut-être



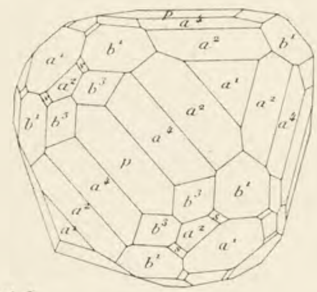
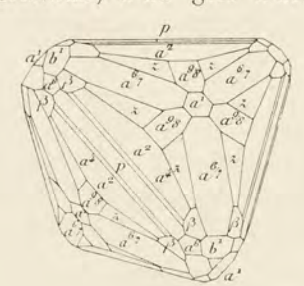


Fig. 7 et 8.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

les échantillons analysés n'étaient-ils pas très homogènes (inclusions de blende, de bismuth ?) La variété argentifère (filons Paul et Robert) possède jusqu'à 9,75 °/₀ d'argent.

Le type arsénifère se trouve dans une gangue de calcite et de quartz : ses cristaux, d'un gris d'acier un peu jaunâtre, atteignent jusqu'à



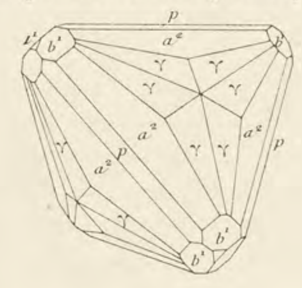
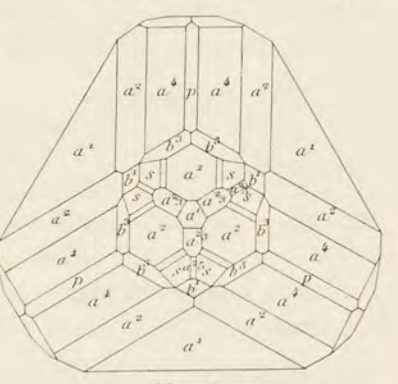


Fig. 9.
Panabase de Saint-Sylvestre en Urbeis.

5 cm. d'arête ; la variété argentifère, d'un gris d'acier foncé, parfois un peu bleuâtre, est associée à de la sidérite, de la dolomite, de l'ankérite, de la chalcopyrite, de la galène, de la blende, du quartz et de la calcite ; elle forme des cristaux souvent très petits, en tous cas, ne dépassant que rarement 1 cm. d'arête.

Tous ces cristaux ont un facies tétraédrique, mais, dans les uns c'est

la forme $+ {}^{1/2}\, a^1$ (111) qui domine, tandis que dans les autres, c'est l'hémitrapézoèdre $+ {}^{1/2}\, a^2$ (211), auquel est généralement associé $+ {}^{1/2}\, a^4$ (411). M. Ungemach a tout d'abord pensé que cette différence de facies était en relation constante avec la composition chimique, le premier type (${}^{1/2}\, a^1$ dominant) étant l'arsénifère, et le second le plus argentifère. Dans son second mémoire, il est revenu sur cette opinion, tout en faisant remarquer que cette première règle est fréquemment réalisée. Voici la liste des nombreuses formes observées, en commençant par celles qui sont importantes comme développement ou fréquence [1].


Fig. 10.
Panabase de Saint-Sylvestre (projection sur a^1).

$+ a^1$; $- a^1$; p ; b^1 ; b^3 (310) ; $+ a^{5/3}$ (533), [1] $+ a^{7/4}$ (744), $+ a^2$ (211), $+ a^4$ (411), $+ a^{9/2}$ (922), $+ a^5$ (511), $+ a^6$ (611), $+ a^8$ (811), $- a^2$ ($2\bar{1}1$), $- a^6$ ($6\bar{1}1$) ; $+ a^{2/3}$ (332), $+ a^{4/7}$ (774), $+ a^{1/2}$ (221), $+ a^{2/5}$ (552), $- a^{2/3}$ ($3\bar{3}2$) ; $- s$ ($b^1\, b^{1/2}\, b^{1/3}$) ($3\bar{2}1$).

Il faut ajouter à cette liste un grand nombre de formes, peu importantes, rares, incomplètes ou très réduites, se trouvant surtout dans les zones très striées : $b^{5/3}$ (530), b^4 (410) ; $+ a^{9/8}$ (988), $+ a^{7/6}$ (766), $+ a^{13/10}$ (13.10.10), $+ a^{3/2}$ (322), $+ a^{13/7}$ (13.7.7), $+ a^{9/4}$ (944), $+ a^{7/2}$ (722), $+ a^{11/2}$ (11.2.2), $+ a^{13/2}$ (13.2.2), $+ a^{10}$ (10.1.1), $+ a^{12}$ (12.1.1), $- a^4$ ($4\bar{1}1$), $+ a^{17/18}$ (18.18.17), $+ a^{6/7}$ (776), $+ a^{10/3}$ (13.13.10), $+ a^{3/4}$ (443), $+ a^{4/9}$ (994), $+ a^{1/3}$ (331), $+ a^{1/9}$ (991), $+ a^{1/12}$ (12.12.1) ; $- a^{5/6}$ ($6\bar{6}5$), $- a^{2/5}$ ($5\bar{5}2$), $- a^{1/8}$ ($8\bar{8}1$), $+ s = (b^1\, b^{1/2}\, b^{1/3})$ (321), $+ x$ ($b^{1/2}\, b^{1/3}\, b^{1/5}$) (532), $+ \gamma = (b^{1/8}\, b^{1/9}\, b^{1/10})$ (10.9.8), $+ (b^{1/3}\, b^{1/4}\, b^{1/6})$ (643) ; $+ (b^{1/15}\, b^{1/17}\, b^{1/18})$ (18.17.15) ? ; $- u = (b^1\, b^{1/2}\, b^{1/5})$ ($5\bar{2}1$), etc.

Dans sa monographie de Sainte-Marie-aux-Mines (voir plus loin p. 880), M. Dürr a étudié la panabase de ce gisement et complété les indications que j'ai données page 430 ; il y distingue deux types, d'âge différent : 1° des cristaux anciens, atteignant 2 cm. ; ils sont noirs, caverneux, souvent encroûtés par des produits d'altération et ont une densité de 4,61. Leur caractéristique réside dans la prédominance de $+ a^2$ existant parfois seul, dans d'autres cas, associé à b^1, $- a^2$, b^3 ;

1. Pour simplifier, j'écris $+ a^{5/3}$ (533) au lieu de $+ {}^{1/2}\, a^{5/3}$ [$\varkappa$ (533)].

ils sont accompagnés de quartz, de galène, de dolomite, de calcite. Le second type est constitué par des cristaux blanc d'acier ou blanc d'argent plus durs, moins denses (4,57), plus brillants et moins altérés que les précédents. Ils sont caractérisés par la prédominance de $+ a^1$, quelquefois associé à $+ a^2$, b^1, p, b^3. La composition chimique d'un échantillon du type I est la suivante S 27,00 ; Sb 12, 44 ; As 9,74 ; Cu 42,1 ; Zn 4,40 ; Fe 3,48 ; Ag tr. = 99,19.

Vosges. M. Ungemach a signalé (*op. cit.* 1906. 240) la combinaison $+ a^1$, $+ a^2$, $+ a^{7/4}$, b^1 sur des cristaux de la Croix-aux-Mines, implantés sur barytine.

Tonkin. — La panabase, surtout antimonieuse, mais généralement un peu arsénicale et zincifère, a été rencontrée par M. Dupouy (*op. cit.* 125) à Lang Chea près An-Chau, à Phong-To, à Giao-Hiem et à Bien-Dong.

Madagascar. — M. Geay a rapporté d'un voyage dans le Nord de l'île un échantillon formé par un mélange de panabase, de galène et de blende ; la mort de ce naturaliste ne m'a pas permis d'avoir de précision sur le gisement, d'où provient cet échantillon, peut-être vient-il d'Ambatobé, Antsiasia.

PROUSTITE (T. II, p. 711).

Vosges. — [*Alsace.*] M. Dürr a signalé (*Die Miner. Markircher Erzgänge*. Strassburg. 1907) dans la proustite de Sainte-Marie-aux-Mines, une série de formes, que je n'ai pas indiquées page 714 ; ce sont les suivantes : a^2 $(10\bar{1}4)$, e^1 $(02\bar{2}1)$, b^3 $(21\bar{3}4)$; les scalénoèdres $(d^{1/4} d^{1/2} b^{1/3})$ $(25\bar{7}3)$, $d^{19/13}$ $(19.13.\bar{32}.6)$, $b^{8/3}$ $(8.3.\bar{11}.2)$, $e_{2/3} = (d^{1/3} d^{1/2} b^{1/3})$ $(15\bar{6}2)$ et une série de prismes $(b^{1/11} d^{1/4} d^{1/7})$ $(51\bar{6}0)$, $(b^{1/4} d^1 d^{1/3})$ $(52\bar{7}0)$, $(b^{1/5} d^1 d^{1/4})$ $(21\bar{3}0)$, $(b^{1/8} d^1 d^{1/7})$ $(32\bar{5}0)$, $(b^{1/11} d^1 d^{1/10})$ $(43\bar{7}0)$, $(b^{1/14} d^1 d^{1/13})$ $(54\bar{9}0)$.

XANTHOCONITE (T. II, p. 717).

Vosges. — [*Alsace.*] Dans ce même mémoire, M. Dürr signale qu'il a trouvé de petits cristaux de xanthoconite, avec panabase, sur argent natif à la mine Gabe Gottes et que M. Bücking a rencontré

le même minéral dans les filons de galène de Saint-Kreuz. Les cristaux décrits par M. Miers, dont il est question page 718, ont été trouvés dans une collection et par suite leur gisement précis était incertain.

VILLIAUMITE [1]

NaF

Quadratique ; pseudocubique.

Facies. La villiaumite se rencontre uniquement sous forme de plages xénomorphes à trois clivages rectangulaires.

Clivages. Clivages, extrêmement facile suivant p (001), très faciles suivant h^1 (100).

Dureté. 2 à 2,5. Fragile.

Densité. 2,79.

Propriétés optiques. La biréfringence est à peine sensible ; les clivages p sont monoréfringents et ne donnent aucune image en lumière convergente, les lames étudiées étant trop minces. De l'examen des clivages h^1, il semble résulter que le minéral est optiquement *négatif*.

Pléochroïsme. Le pléochroïsme est extrêmement intense et rappelle celui de la piémontite. Les lames de clivage p sont d'un carmin foncé.

On obtient suivant l'axe c = jaune pâle
a = carmin foncé.

L'indice de réfraction n = 1,328, est plus petit que celui de l'eau. De tous les minéraux actuellement connus, la villiaumite est donc celui qui possède la plus faible réfringence.

Composition chimique. La formule NaF correspond à la composition *a*). *b*) analyse de la villiaumite par M. Pisani. La quantité de matière isolée étant très faible, il n'a pas été possible de préciser la nature exacte du produit précipitable par l'ammoniaque, indiqué comme ZrO^2 et qui, en tous cas, n'est pas de l'alumine. Il en a été de même pour la matière colorante.

	a	*b*
F	45,4	44,2
Na	54,6	53,4
K	»	tr.
Ca	»	1,2
Mg	»	tr.
ZrO^2	»	1,5
	100,0	100,3

1. A placer dans la systématique avant *halite*, p. 744.

Essais pyrognostiques. Dans le tube, ne dégage aucun produit volatil. Au rouge naissant, se décolore et devient hyalin. Au rouge blanc, fond brusquement en un liquide très fluide, incolore et transparent, qui devient blanc et opaque par refroidissement. Additionnée d'acide sulfurique, dégage de l'acide fluorhydrique, qui corrode le verre.

Soluble dans l'eau, surtout à chaud ; cristallise par refroidissement en cubes et en octaèdres incolores. La solution précipite par addition de chlorure de calcium.

Diagnostic. La couleur et les autres propriétés physiques, notamment la faiblesse de l'indice de réfraction, jointes aux réactions chimiques, ne permettent de confondre la villiaumite avec aucune autre espèce.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Guinée. — *Iles de Los*. J'ai découvert ce minéral (*C. R.* CXLVI. 213. 1908), que j'ai dédié à M. Villiaume, dans une collection de syénites néphéliniques recueillies par cet explorateur à l'île de Rouma. Cette syénite, de couleur très claire, renferme, en fait d'éléments colorés, de l'ægyrine, de la låvénite et de l'astrophyllite en très petite quantité. La villiaumite remplit les intervalles miarolitiques des feldspaths, en plages ne dépassant guère 4 mm. Elle frappe l'attention par sa couleur d'un violet sombre, rappelant celle de certains cristaux d'érythrite de Schneeberg. Dans d'autres syénites à grain fin, elle est disséminée d'une façon confuse, tachant de carmin clair certaines parties de la roche : elle y forme avec les feldspaths une sorte de structure ophitique.

En traitant un kilogramme de roche par l'eau distillée bouillante, j'en ai extrait environ 3 gr. 2 de sels solubles, en grande partie constitués par du NaF, qui cristallise de la dissolution en octaèdres, portant de petites faces du cube et possédant des clivages cubiques. La villiaumite constitue une forme différente du fluorure cubique, qui possède une densité un peu plus faible (2,76) et un indice de réfraction très voisin $n = 1,3270$ (sel cristallisé par fusion). Le pléochroïsme montre d'une façon évidente que la villiaumite n'est pas cubique. Il existe aussi dans la solution un peu de NaCl.

Dans cette roche, dont les éléments sont remarquablement frais, la villiaumite joue le rôle d'un élément essentiel, groupé avec les feldspaths, à la façon de l'astrophyllite et de l'arfvedsonite qu'elle accompagne. Il est probable qu'elle représente le dernier

témoin des minéralisateurs énergiques, qui ont joué un rôle important dans la genèse de cette syénite ; celle-ci d'ailleurs renferme parfois aussi de la fluorine, mais dans d'autres échantillons. Il n'est pas sans intérêt de rappeler qu'au Groenland et au Colorado, la cryolite et ses satellites sont des produits de fumerolles de magmas alcalins, granitiques ou syénitiques. A tous égards, la villiaumite a donc un grand intérêt.

En raison de sa solubilité dans l'eau, elle a disparu aux affleurements, aussi est-ce à son départ qu'il faut attribuer certaines des cavités miarolitiques, qui s'observent dans les syénites de l'île de Rouma et qui sont identiques à celles, dont on détermine la production en traitant par l'eau bouillante les roches contenant de la villiaumite. J'ai rencontré ce minéral au centre de blocs éclatés à l'aide de la dynamite.

HALITE (SEL GEMME) (T. II, p. 743).

Vosges. — *Haute-Saône*. Des croûtes épaisses, finement grenues, de halite se trouvent dans la houille de Ronchamp (Puits Magny).

Mauritanie. — J'ai pu examiner de nombreux échantillons de sel, recueillis par MM. Chudeau et Gruvel. Des variétés grenues proviennent de salines voisines de la côte (Mondjeran et Tin-Djemara).

Sur tout le littoral, surtout de Boguent à Marsa, dans le sud de l'Agneitir et aussi dans l'Azoufal, se trouvent des sebkas à fond salé, isolées de la côte par des cordons de dunes ; la sécheresse du climat explique leur richesse en sel et en gypse, minéraux parfois accompagnés de soufre (Timardine).

Soudan. — De récentes explorations ont permis d'étudier le gisement salifère de Taodeni (22° 40′19″ lat. nord) ; le sel y est exploité en carrières, à 3 km. sud du village, dans des argiles rouges, riches en cristaux de gypse. Le sel est découpé en barres de 30 kg. chacune. En 1905-1906, il en a été extrait 32000 de 100 à 150 petites fosses d'exploitation (Cortier. *La Géographie*. XIV. 328. 1906). Ces indications rectifient celles données page 571.

Borkou. D'après les renseignements que m'a communiqués le lieutenant Ferrandi, en outre des mares salées, qui fournissent du sel aux indigènes, il existe des carrières de sel rouge riches en sable à Demi, chez les Trahouïas près de Gouro.

Bilma. J'ai montré (*B. S. M.* XXXI. 40. 1908) que les salines de

Bilma (évaporation des mares salées), qui alimentent l'ouest du Tchad, le pays de Zinder, le Sokoto, etc. (environ 25000 charges de chameau par an) fournissent un sel renfermant en moyenne 82 °/₀ de NaCl, 9,8 de thénardite, 2,6 de trona. Ces derniers minéraux se trouvent en partie à l'état d'inclusions dans le sel gemme ; celui-ci ne se présente jamais en trémies, mais en cubes, à faces planes (atteignant exceptionnellement 2 cm.), ils sont presque toujours accompagnés de a^1 (111). Les déformations sont très fréquentes, par allongement suivant un axe binaire ou quaternaire ou par la prédominance d'une quelconque des faces. Ces formes anormales sont dues à l'influence des sels, qui accompagnent le chlorure de sodium dans l'eau des mares salées.

Le sel de l'Oasis de Fachi, au sud-ouest de Bilma, est identique au précédent.

Antilles. — *Martinique*. Au cours de l'éruption de la Montagne Pelée, j'ai assisté (*B. S. M.* XXVIII. 68. 1905) à un curieux mode de cristallisation du chlorure de sodium. Les matériaux andésitiques, accumulés au voisinage du volcan par les nuées ardentes à haute température jusque dans la mer, étaient, sur le bord de celle-ci, imbibés par l'eau salée, qui, montant par capillarité, s'évaporait rapidement dans les portions encore chaudes ; il se produisait ainsi une abondante cristallisation de chlorure de sodium, cimentant un conglomérat très résistant, qui n'a eu d'ailleurs qu'une existence éphémère.

CÉRARGYRITE (T. II, p. 771).

Madagascar. — J'ai observé de petites masses cristallines de ce minéral, recueillies par M. Villiaume dans un filon de galène des bords de la Manandona, à mi-chemin entre Ambatofangehana et les contreforts sud du mont Bity.

SALMIAC (T. II, p. 767).

2° *Dans les fumerolles volcaniques*.

Plateau Central. — *Nièvre*. Les portions embrasées des houillères de la Machine renferment un salmiac fibreux, mélangé d'epsomite.

Antilles. — *Martinique*. Au cours de l'éruption de la Montagne Pelée en 1902, j'ai suivi la production active du salmiac, non pas à l'ori-

fice des fumerolles sortant des fissures de la lave qui constitue le dôme récent, alors inaccessible, mais dans des brèches accumulées par les nuées ardentes dans la vallée de la Rivière Blanche. Peut-être ce salmiac devait-il son origine à la grande quantité de bois enseveli dans ces brèches sur l'emplacement d'usines détruites ; une odeur empyreumatique très forte se dégageait en effet des fumerolles. Il formait des groupements cristallitiques, souvent fibreux, à l'orifice de bouches de sortie, dont les gaz étaient à une température voisine de 400°C. Au delà du salmiac, se produisait une petite quantité de soufre sublimé.

FLUORINE (T. II, p. 775).

Il faut ajouter page 776 deux indications oubliées dans la mise en pages :

Dureté. 4.

Densité. 3,1 à 3,18.

Maine. — *Sarthe*. De petits nids de fluorine violette se rencontrent dans les calcaires dinantiens de Port-Étroit près Sablé.

Bretagne. — *Ille-et-Vilaine*. De beaux cristaux de fluorine (1 cm.) ont été trouvés avec quartz, feldspath, muscovite et tourmaline polychrome dans une géode de la pegmatite de la carrière de Chardonneret au sud du bourg du Pertre (Bézier. *Bull. Soc. sc. méd. Ouest*. XVII. 89. 1908).

Vendée. — *Vendée*. Des cristaux jaunes (p) ont été recueillis dans les fentes du granite d'Avrillé, dans celles du gneiss de la côte des Sables-d'Olonne (avec barytine).

Cévennes. — *Gard*. La collection Frossard, donnée au Muséum, renferme une *Gryphea arcuata* de Durfort, englobée dans de la fluorine laminaire d'un blanc verdâtre ; cet échantillon vient certainement du voisinage d'un gisement zincifère.

Plateau Central. — *Lozère*. M. Ungemach a signalé (*B. S. M.* XXXII. 312. 1909) dans le tunnel d'Albespeyres, des cristaux de fluorine d'un bleu pâle p a^3 a^{12} (12.1.1), accompagnant de la chalcopyrite.

Tarn. Le gisement de Peyrebrune a fourni des cristaux encore plus gros que ceux signalés page 787 ; la collection du Muséum possède un groupe de cubes, ayant individuellement 0 cm. 50 d'arête : ils sont çà et là couverts de petits cristaux de quartz.

Puy-de-Dôme. De magnifiques cubes de fluorine bleue, quelquefois recouverts de petits cristaux violets, ont été fournis récemment par des filons de Sauvagnat près Herment.

Rhône. La fluorine, d'un violet presque noir, à fluor libre, dont il est parlé page 778, provient, non pas de Quincié, mais de Lantignié. Le gisement exact consiste en un filon Nord-Nord-Ouest, situé sur une ligne passant au sud par la tour du Château de Thulon et le clocher du village de Cercié.

Des cubes de fluorine, transformés en quartz, se trouvent entre Saint-Laurent, Chamousset et Sainte-Foy-l'Argentière.

Allier. M. Vésigné m'a communiqué un échantillon de quartz à empreintes cubiques, provenant du gisement de kaolin de la forêt des Colettes.

Saône-et-Loire. Le filon de Crot-Blanc à Grury renferme de la fluorine blanche et violette (exceptionnellement verte) en zones alternant avec du quartz.

Le gîte de substitution de Romanèche contient, comme exception, de la fluorine d'un violet très pâle, engagée dans de la calcite ferrugineuse lamellaire ; la rareté de la fluorine de ce gîte est à opposer à son abondance dans les filons traversant le granite de la même mine et que j'ai seuls considérés page 791 : elle y accompagne le quartz et la fluorine.

De beaux cristaux cubiques ont été rencontrés avec barytine dans les tufs permiens de la Chaume près Igornay.

Bassin de Paris. — *Seine.* Aux gisements signalés page 793, il y a lieu d'ajouter : à Paris, les fondations de la Sorbonne et les tranchées du Métropolitain, au coin du boulevard Pasteur et de la rue de Vaugirard. Les travaux de construction de maisons, effectués actuellement sur l'emplacement de l'ancien marché aux chevaux, m'a permis de retrouver le premier gisement parisien de ce minéral découvert au commencement du siècle dernier par Lambotin. J'ai trouvé les échantillons originaux de celui-ci dans la collection Dusgate donnée en 1876 au Muséum.

M. Wallerant a étudié les propriétés optiques et les nombreux groupements intimes de cette fluorine (*B. S. M.* XXXI. 49. 1898). Les cubes de celle-ci résultent de l'association de cristaux monocliniques, n'ayant par suite qu'un plan de symétrie. Chacun d'entre eux est constitué par une pyramide ayant un sommet commun, le centre du cube

et pour base le triangle, que l'on obtient en menant les diagonales du cube. Le plan de symétrie de chaque pyramide coïncide avec un plan de symétrie principal du cube et les pyramides sont symétriques les unes des autres par rapport aux plans de symétrie non principaux.

Seine-et-Oise. Un gisement similaire se trouve à la Frette (près de la maison d'école), il se distingue des précédents par la grosseur relative de ses cristaux (ils atteignent un demi-centimètre), qui sont parfois d'un jaune très foncé, et qui, au lieu d'être simplement distribués au milieu de la calcite, comme dans les autres gisements parisiens, se groupent pour former de belles géodes, atteignant souvent de grandes dimensions. Il est fort possible que les échantillons, que j'ai indiqués, page 794, comme provenant d'Herblay, aient été en réalité recueillis à la Frette, qui est très voisine de cette localité.

Vosges. — [*Alsace*]. M. Ungemach a décrit les cristaux de fluorine provenant de quelques gisements vosgiens (*B. S. M.* XXXII. 305. 1909). Framont : 1° cristaux bleuâtres, associés à scheelite, sidérite, panabase; p; $p\ b^1\ b^2\ y$ (421). 2° cristaux d'un bleu clair, avec dolomite dans hématite, $p\ a^3$ (311) a^4 (411) $a^1\ b^{10/3}$ (10.3.0). Les faces a^1 sont ternes.

Urbeis (Val de Villé), mine Donner, cristaux verts, bleus ou rosés, p, avec cavités de corrosion limitées par $b^{5/4}$ (540); mine du Château, $p\,a^3$.

Sainte-Marie-aux-Mines. 1° Gros cubes jaunes, 2° cristaux verts avec dolomite, chalcopyrite sur quartz p, t (521) ($b^1\ b^{1/2}\ b^{1/5}$). 3° énormes cristaux zonés de couleur différente (p), à la mine Kleingrubendinn.

Bergheim, carrière Tempelhof, avec barytine : 1° cristaux de couleur pourpre, p, avec ou sans a^3 et b^1. 2° gros cubes violets ; ce sont ceux que j'ai signalés tome II, p. 736. 3° petits cristaux incolores avec t (421). 4° cristaux violets p, avec b^3 de corrosion. Sewen (mine Moritz), cristaux b^1 (110) formés par le groupement de cristaux plus petits, $p\ a^3 b^3\ b^1$, vert d'eau, etc.

Vosges. — Les cristaux du calcaire dolomitique de Robach, signalés p. 493, tome II, renferment parfois de petites facettes z (731) et b^4, accompagnant p.

Haute-Saône. Cubes violets dans les filons du Haut de Thème près le Tillot (*Vosges*). Plancher-les-Mines, cristaux p, lilas pâle, avec quelquefois t (421), b^3, b^8 (810).

Belfort. Le cube seul a été rencontré à Giromagny (fluorine jaune, grise, violette) ; à Auxelles-Haut d'un bleu vert dans chalcopyrite) ; à la mine Sainte-Barbe (jaune clair).

Tonkin. — La région stannifère de Nguyen-Binh renferme des cristaux (p ou a^1) de fluorine. M. Dupouy a signalé (*op. cit.*) un gros octaèdre bleuâtre de plus de 5 cm. provenant de Tinh-Tuc.

Dans les roches éruptives.

La fluorine est un élément très fréquent des roches éruptives sodiques (granites à ægyrine, riebeckite et syénites néphéliniques) ; elle y est d'origine pneumatolitique et se développe parfois en abondance dans les sédiments à leur contact. En voici quelques exemples :

Corse. — J'ai rencontré fréquemment ce minéral dans les granites à riebeckite et ægyrine des environs d'Evisa, qui sont décrits tome I, page 695.

Afrique Occidentale. — *Iles de Los.* La fluorine est fréquente comme élément essentiel microscopique des syénites néphéliniques à ægyrine de l'île de Rouma ; elle y constitue un élément assez ancien, englobé par les feldspathoïdes et par les minéraux colorés ; elle est d'ordinaire incolore, mais devient violacée à son contact avec le pyrochlore. A l'état secondaire, elle se présente sous une forme d'un violet très foncé, associée au zircon et à l'albite dans certaines pseudomorphoses d'eudialyte.

De beaux échantillons macroscopiques, remplissant généralement les intervalles miarolitiques des feldspaths, abondent dans les pegmatites. La fluorine y est incolore avec taches violettes, dans celles des syénites néphéliniques du Nord de l'île de Rouma, plutôt rosée dans celles du sud de l'île, ainsi que dans les pegmatites à barkévicite de la pointe de Topsail, au sud de l'île de Foutabar.

Madagascar. — La fluorine est très fréquente dans les granites à riebeckite d'Ampasibitika et des régions voisines ; j'ai montré (*Nouv. Arch. Muséum*, V. 243. 1903) qu'elle n'est pas localisée dans la roche éruptive, mais qu'elle s'est formée aussi sous son action dans les cornéennes et dans les calcaires métamorphiques ; quelquefois elle n'est visible qu'au microscope et alors régulièrement distribuée et fort abondante.

Assez récemment, j'ai étudié de nouveaux échantillons de calcaires métamorphisés par une syénite à ægyrine, riche en mélanite ; le contact de cette roche avec le calcaire se fait par une zone de fluorine d'un beau violet foncé.

COTUNNITE[1]

$PbCl^2$

Orthorhombique : *mm* = 118°29′.

$b : h = 1000 : 1020,2$ D = 859,33 d = 511,47

[$a : b : c = 0,5952 : 1 : 1,1872$ (Stöber)[2]]

Formes observées. p (001); g^1 (010); e^2 (012), e^1(011), $e^{1/2}$ (021).

Macles. Macle suivant e^2 (012) polysynthétique, non observée dans le gisement décrit plus loin.

J'ai mesuré les angles suivants sur des cristaux de Mahdia.

	Angles calculés.	Angles mesurés.		Angles calculés.	Angles mesurés.
pe^2	149°18′	149°18′	$pe^{1/2}$	112°51′	
g^1e^2	120°42′	120°40′	$g^1e^{1/2}$	157° 9′	157° 7′
pe^1	130° 7′		*b^1b^1 s. m.	98°30′	
g^1e^1	139°53′	139°55′	*b^1b^1 côté	134°24′	

Formes et facies. Les cristaux sont le plus souvent allongés suivant l'axe a ; dans les cristaux artificiels, il y a quelquefois prédominance de certaines pyramides. Les cristaux sont, en outre, souvent aplatis suivant g^1.

Clivages. Clivage suivant p (001) assez facile.

Dureté. Le minéral est tendre, facilement rayé par une aiguille. Très fragile.

Dureté. 5,8 à 5,88.

Coloration et éclat. Incolore. Blanc jaune ou verdâtre. Transparente. Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Plan des axes optiques parallèle à g^1 (010). Bissectrice aiguë *positive* (n_g), perpendiculaire à h^1 (100).

$n_g = 2,2596$ (Na, Stöber).
$n_m = 2,2172$
$n_p = 2,1992$
$n_g - n_p = 0,0604$ $2V = 67°12′$

1. A placer dans la systématique avant *atacamite* (tome II, p. 797).
2. Ces paramètres sont déduits de ceux de cet auteur, mais, comme M. Groth, je prends le p (001) de M. Stöber pour g^1 (010).

Composition chimique. La composition chimique correspondant à la formule $PbCl^2$ est la suivante :

Cl.....	25,5
Pb.....	74,5
	100,0

Essais pyrognostiques. Facilement fusible au chalumeau ; se volatilise sur le charbon, en donnant l'auréole caractéristique du plomb. Avec la soude, est facilement réduite en un globule de plomb. Soluble dans 22 parties d'eau chaude : la solution donne les réactions du plomb et du chlore.

Diagnostic. La haute réfringence montre que le minéral est une substance plombifère ; sa solubilité dans l'eau ne permettrait de la confondre qu'avec les oxychlorures (*laurionite*), etc., dont elle se distingue en ce que sa dissolution est totale.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

La cotunnite est un minéral caractéristique des fumerolles volcaniques du Vésuve. On l'a rencontrée dans quelques gisements métallifères du Chili ; le gisement dont il va être question ici est de toute autre nature.

Tunisie. — En 1907, des pêcheurs d'éponges ont signalé l'existence par 40 mètres de fond, et à 7 km. au large du Nord-Est de Mahdia, d'une épave, dont ils ont extrait de remarquables statues de bronze. Des recherches exécutées sous la direction de M. A. Merlin ont montré qu'il s'agit là des restes d'un bateau (30 m. $\times$ 7 à 8 m.) coulé sur place et renfermant une soixantaine de colonnes de marbre, des lames et des tuyaux de plomb, des statues de bronze, des vases monumentaux, etc., qui semblent indiquer que ce navire se rendait de Grèce à Rome au début de notre ère.

M. Merlin a bien voulu me communiquer des objets retirés de cette épave (voir à *covellite*) ; je ne m'occuperai ici que de lames de plomb ayant servi à assurer l'étanchéité du navire, ; j'en ai fait une étude spéciale (*C. R.* CLI. 276. 1910). Leur surface est généralement recouverte d'un enduit chloruré, très mince. Lorsque ces lames, qui sont très souvent plissées ou enroulées sur elles-mêmes, présentent deux parois métalliques en contact, sans intercalation de sable, il s'y est

produit une chloruration plus considérable que sur les surfaces libres et, en les déployant, il est possible de mettre en évidence des cristaux enchevêtrés ou des croûtes cristallines incolores, un peu jaunâtres ou enfumées de cotunnite, parmi lesquelles j'ai pu isoler quelques débris de cristaux, qui ont servi aux mesures données plus haut. Seules les faces de la zone pg^1 sont distinctes : p (001), g^1 (010), e^2 (012), e^1 (011), $e^{1/2}$ (021). Ces cristaux se dissolvent entièrement et sans résidu dans l'eau bouillante.

Il s'agit là d'un gisement tout à fait analogue à celui des anciennes scories immergées du Laurion, mais, tandis que dans celles-ci le plomb se rencontre sous des formes oxydées (*cérusite, anglésite*, *phosgénite* et oxychlorures divers : *laurionite*, *fiedlérite*, *penfieldite*, etc.) on n'y a pas trouvé la cotunnite ; inversement, le gisement de Mahdia est caractérisé par l'absence de minéraux oxydés, à l'exception de la phosgénite, dont j'ai trouvé un seul échantillon. Cette différence tient certainement aux conditions particulières du gisement : profondeur très grande à laquelle a été immergée l'épave, milieu rendu très réducteur par l'abondance des matériaux organiques, tels que le bois du navire, dont l'influence est manifeste aussi dans la production de la covellite décrite plus haut.

ATACAMITE (T. II, p. 797).

Algérie. — *Oran*. M. Trapet m'a communiqué un échantillon de quartz, supportant de petits cristaux d'atacamite provenant des environs d'Aïn Ouarka.

Bassin de Paris. — *Seine*. M. de la Durandière a observé (*B.S.M.* XXVI. 135. 1903) des enduits d'atacamite sur des bétons d'une canalisation d'électricité du Métropolitain de Paris.

QUARTZ (T. III, pp. 25 et 810).

Flandre. — *Nord*. De très jolis cristaux de plusieurs centimètres, rappelant par leur groupement ceux de la figure 67, se rencontrent dans les fentes des grès dévoniens d'Anor.

Plateau Central. — *Cantal*. Un intéressant gisement d'améthyste se trouve sur le chemin allant de Puy Griou au village des

Chazes, (ruisseau des peyras lucentas), à l'altitude d'environ 1044 m. Les cristaux souvent bipyramidés, atteignant 4 cm., ont les faces *p* dominantes à leur sommet ; ils se trouvent en grand nombre, et facilement isolables au milieu d'une andésite très altérée, localement riche en pyrite.

Alpes. — *Basses-Alpes*. Des cristaux bipyramidés, analogues à ceux de Cheraute (tome III, page 117), se trouvent dans les marnes oxfordiennes du col d'Alos. Les calcaires aquitaniens de la Mort d'Imbert, au nord de Manosque, renferment de petits nodules de soufre, dans lesquels sont localisés de jolis cristaux transparents de quartz hyalin.

Algérie. — *Constantine*. Des cristaux bipyramidés noirs se rencontrent dans le calcaire du Djebel Mesloula, près Clairfontaine (Aouïnet-el-Dieb).

Tunisie. — Des cristaux semblables se trouvent dans le gypse du Djebel Zebbeus et du Djebel Ressas, dans la dolomie du Djebel Ghorra (Saint-Joseph-de-Thibor), dans le calcaire jaune du Djebel es Slem (cristaux allongés).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. Les indigènes exploitent, pour en faire des ornements, le jaspe rouge sanguin, formant des veines dans des grès à Kirtachi sur les bords du Niger et dans l'Atacora, près de Konkobiri (Hubert, *Mission au Dahomey*, 514).

Madagascar. — Les renseignements que j'ai pu recueillir sur le gisement du quartz hyalin de Madagascar confirment la supposition que j'ai émise page 88, tome III. Ce minéral provient du démantellement de filons en rapport plus ou moins direct avec les pegmatites.

Des cristaux, dépassant parfois plusieurs décimètres, se rencontrent en très grande abondance dans toutes les poches à cristaux des gisements tourmalinifères ; ils sont souvent un peu enfumés. J'en ai vu, en particulier, de très beaux provenant de la vallée de la Sahatany (Maharitra, macles symétriques par rapport à d^1 et cristaux fréquemment déformés par développement exagéré pris par diverses faces ; Ambalaroy, Ampasihiatra, Vohidahy) ; à citer encore Tompobohitra (avec incrustation de lamelles de lépidolite) ; les environs de Mandrarivo (Antaboka, Ambatolampy), etc. De beaux cristaux transparents se trouvent à Volavaky au nord d'Andrianalina, à Ton-

gafeno, à Ambohimanambola, Andranokely, Anjanabonoina, et dans de nombreux points au sud de Betafo (voir plus loin à *rutile*).

J'ai reçu récemment un échantillon, limité par des surfaces polyédriques en creux, présentant toutes les particularités de l'échantillon décrit par vom Rath, dont il est question page 89 (fig. 57) ; il provient de Kandreho.

Les pegmatites de la région située au sud d'Antsirabé renferment des filons de quartz de pegmatite, dans lesquels ce minéral possède une belle coloration rose, qui le fait rechercher dans le commerce ; ce quartz rose sert souvent de gangue au béryl ; tel est en particulier le cas à Tongafeno. On sait que ce quartz se décolore assez rapidement par exposition à la lumière, mais, chose assez curieuse et qui m'a été rapportée d'une façon indépendante par de nombreux prospecteurs, cette coloration ne se rencontre qu'au voisinage des affleurements ; elle disparaît très rapidement en profondeur. A citer encore à ce point de vue Sanivotry au sud-est du Mont Bity, Maharitra, Iavomanitra, etc. Il existe aussi, dans certaines pegmatites et notamment dans celles de Maharitra, une variété de quartz qui, par sa translucidité et son opalescence, ressemble à de l'opale et fournit des pierres taillées assez jolies.

J'ai examiné des blocs de quartz limpide, sans formes géométriques, provenant des localités suivantes : Manantsetra ; près le village de Tanandravina (vallée de la Sandrakary) dans le secteur de Mahanoro ; entre Ambohimanga du sud et Ambositra ; environs de Mananara (district de Maroantsetra) ; route d'Ambatobé à Sakoamadinika (prov. de Mevatanana) ; Antoby à 9 km., nord d'Ambohimarina (distr. d'Antsirabé), etc.

Les tufs basaltiques, riches en zéolites, de la baie d'Ambavatoby et de l'îlot d'Ankazoberavina renferment des blocs d'un beau quartz *prase* d'un vert foncé, dont les cristaux sont groupés autour d'un centre. Les tufs basaltiques du mont Anjiakely voisins du gisement zéolitique de Bekiady fournissent des nodules de la grosseur du poing de quartz fibreux à fibres très serrées, qu'au premier abord on pourrait prendre pour tout autre chose que du quartz.

Des cristaux de quartz implantés contre les salbandes et souvent groupés en rosettes sont caractéristiques des filons aurifères de l'Andavakoera.

Chari-Tchad. — Je dois à M. L. Fourneau une série d'échantillons

de cristaux de quartz, recueillis par M. Battini, à 3 km. environ du poste de Kaga Gobo, sur la rive droite du Yako, petite rivière située dans le Haut-Oubanghi, entre la Tomi et la Kémo ; ces cristaux remplissent des fentes de quartzites micacés ; ils sont constitués par de longs prismes groupés autour d'un centre et comparables par cette disposition à ceux représentés par la figure 25 de la page 60 du tome III, mais avec cette différence que les baguettes et les cristaux élémentaires ont souvent plus d'un décimètre de longueur ; ils sont blancs ou violacés ou d'un beau violet dans leur masse ; leur extrémité seule est transparente et d'un violet parfois assez foncé. Les cristaux, à structure externe polysynthétique, présentent les mêmes particularités internes que les cristaux d'améthyste d'Auvergne, que j'ai décrits antérieurement. J'ai pu extraire de ces cristaux et faire tailler quelques améthystes d'une belle nuance, pesant plusieurs grammes.

Les indigènes utilisent ces cristaux pour en faire des ornements de lèvres, semblables à ceux dont j'ai parlé page 811, tome III, mais ils ne sont pas transparents et ont jusqu'à un décimètre de longueur.

LUSSATITE (T. III, p. 126.)

Je crois inexact le rapprochement que j'ai fait antérieurement de la lussatite et de la tridymite ; les conditions de gisement de ce minéral associé au quartz, à la calcédonite, au bitume, impliquent une formation à une température inférieure à celle à partir de laquelle se produit la tridymite.

BROOKITE (T. III, p. 169).

Maine. — *Mayenne*. M. Vandernotte ayant étudié dans mon laboratoire une syénite albitique provenant d'Ernée, dont le mica très altéré est particulièrement riche en brookite secondaire, je l'ai engagé à entreprendre l'isolement de ce dernier minéral ; il a pu extraire de 10 kilogrammes de roche environ 2 gr. de cristaux de brookite, mélangés d'un peu d'anatase et de zircon (*C. R.* CLI. 151. 1910) et ayant quelques dizièmes de millimètres au maximum ; ils possèdent la forme des cristaux représentés par les figures 3 et 6. Ils sont extrêmement minces, de telle sorte qu'ils flottent en partie à la surface de l'eau. Leur densité un peu trop faible (4,15) s'explique par la fréquence de paramorphoses (généralement incomplètes) en rutile ; ce dernier miné-

ral forme de petites aiguilles, maclées suivant a^1, allongées suivant une arête a^1 $b^{1/2}$, qui, dans le plan h^1 (100) de la brookite, est disposée normalement à l'axe vertical ; ces cristaux sont d'un jaune clair.

RUTILE (T. III, p. 190 et 811).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* M. Porte a montré récemment (*Bull. Soc. sc. nat. Autun.* XVIII. 1905. *C. R.* séances. 50) que le rutile, que j'ai signalé page 201 aux environs de Gourdon, n'est pas spécial à cette localité ; il est en réalité disséminé dans une zone micaschisteuse de près de 28 km. de longueur entre Villeneuve et le bois Perraud. Aux gisements que j'ai cités, il faut donc ajouter le mont Cuchat, Saint-Romain, les environs de l'étang du Plessis du côté du bois Roulet, les environs de Montceau-les-Mines, etc.

Des cristaux indistincts de rutile (densité 4,2) accompagnent la columbite dans la pegmatite d'Ozon, près du 9e kilomètre de la route de Toulon-sur-Arroux à Luzy.

Le même minéral est extrêmement abondant en cristaux prismatiques de quelques dixièmes de millimètre dans les roches à diaspore, chizeuilite, etc., de Chizeuil. Il est facile de l'extraire par l'emploi des liqueurs denses.

Maures. — *Var.* De gros cristaux de rutile se trouvent dans les micaschistes et dans les filons de quartz, qui les traversent, au Campeaux, à la Motte, etc.

Afrique Occidentale. — *Dahomey.* M. Hubert a signalé (*Mission Dahomey* 1908, 504) l'abondance de gros cristaux de rutile dans la région gneissique, comprise entre Tébou, Djougou et Konkobiri ; ils se rencontrent parfois dans le quartz filonien entre Bareï et Djougou. Les cristaux y atteignent 4 cm. ; ils sont souvent maclés à axes parallèles et rappellent les échantillons des environs de Saint-Yrieix.

Madagascar. — J'ai vu un bel échantillon de quartz hyalin renfermant de longues aiguilles de rutile (*cheveux de Vénus*) : je ne connais pas le nom précis de son gisement, mais celui-ci se trouve à environ 40 km. à l'ouest de Betafo.

Tonkin. — M. Dupouy a rapporté au Muséum (*op. cit.* 116) des

cristaux de rutile recueillis au milieu des schistes cristallins, sur la rive droite du Fleuve Rouge, à l'ouest de Trinh-Tuong, près de Tahoti et de Ba-Xat. Dans ces gisements, les cristaux, de même type que les précédents, ont en moyenne de 2 à 3 cm., mais atteignent quelquefois la grosseur d'un œuf. Le rutile est fréquent dans des alluvions du fleuve Rouge et de la Rivière Noire.

CASSITÉRITE (T. III, pp. 217 et 804).

Madagascar. — Le R. Baron a signalé (*Quart. Jour. geol. Soc.* XLV. 305. 1889) un échantillon de cassitérite, qu'il a trouvé entre les mains d'un indigène de l'Ankaratra, mais dont le gisement exact n'est pas connu.

L'échantillon en question fait partie de sa collection, acquise par le Muséum : il consiste en un fragment de cassitérite, présentant un aspect assez peu habituel, noir, à éclat très vitreux, presque incolore en lames minces ; il est dépourvu de toute gangue. Ses fissures renferment de petites rosettes d'étain métallique, dont la présence est assez singulière ; s'agit-il d'une association d'étain natif et de cassitérite ou bien cet échantillon aurait-il été plongé dans un bain d'étain fondu ? et dans quel but ? Je me borne à poser la question ne pouvant la résoudre.

ZIRCON (T. III, p. 206 et 812).

Des gisements de zircon, fournissant des cristaux comparables à ceux du Velay, mais souvent de bien plus grandes dimensions, et présentant les mêmes associations dans des cendres basaltiques, sont à signaler, aux environs de Diégo-Suarez (*Madagascar*), d'Anjouan (*Comores*), de la dent des Mamelles près de Dakar (*Afrique Occidentale*). M. Etchegarray m'a remis, provenant de ce dernier gisement, un cristal, $b^{1/2}$, opaque, qui mesure 2 cm. de longueur.

Tous ces cristaux sont souvent en partie décolorés et présentent des phénomènes de corrosion superficielle dus à l'action caustique du magma : ils proviennent des roches granitiques sous-jacentes.

ZINCITE [1].

ZnO

Hexagonale, hémimorphe.

$$b : h = 1000 : 1621,90$$

$$[a : c = 1 : 1,6219 \text{ (Rinne).}]$$

$$pb^1 = 118°6'$$

Formes et facies. Les cristaux naturels sont rares; ils sont terminés à l'une des extrémités par p (0001) et à l'autre par une pyramide. Les cristaux artificiels sont généralement allongés suivant c : avec m, a^1, b^1, a^4.

Clivages. Clivages, parfait suivant p (0001), distincts suivant m $(10\bar{1}0)$. Cassure presque conchoïde.

Dureté. 5, à 4,5. Fragile.

Densité. 5,68.

Coloration et éclat. Jaune ou rouge foncé (variété manganésifère). Transparente ou translucide. Éclat adamantin.

Propriétés optiques. Uniaxe et *positive* ($\mathbf{n}_g$), avec très forte réfringence et biréfringence assez grande.

Composition chimique. La composition théorique est la suivante ; il existe souvent du manganèse.

Zn	80,3
O	19,7
	100,0

Essais pyrognostiques. Dans le tube, noircit, puis reprend sa couleur. Infusible. Au chalumeau, donne, au feu réducteur, l'enduit caractéristique de l'oxyde de zinc, qui, humecté d'azotate de cobalt, puis chauffé au feu réducteur, devient vert; parfois réactions du manganèse.

Soluble dans les acides sans effervescence.

Altérations. Au contact de l'air, se transforme en smithsonite.

Diagnostic. Les formes, les propriétés du clivage, perpendiculaire à $\mathbf{n}_g$, et les essais pyrognostiques sont caractéristiques.

GISEMENTS ET ASSOCIATIONS

Très rare dans les gisements naturels, la zincite se forme au contraire facilement dans un grand nombre d'opérations métallurgiques.

1. A placer dans la systématique avant *corindon*, t. III, p. 237.

1° *Dans les gisements métallifères.*

Algérie. — *Constantine*. La zincite n'est connue jusqu'à présent que dans les gisements zincifères et manganésifères des environs de Franklin dans le New Jersey, aussi la mention que vient de faire M. Dussert (*A. M.* XVII. 40. 910) de l'existence de ce minéral en cristaux orangés dans quelques gisements calaminaires algériens et notamment au Djebel Gustur est-elle spécialement intéressante ; malheureusement, cette observation, consignée au cours d'un travail sur les mines algériennes, est très sommaire et n'est pas accompagnée d'une description complète.

2° *Dans les produits d'incendie.*

Antilles. — *Martinique*. Dans les produits fondus, riches en zinc, de l'incendie de Saint-Pierre, dont il est question page 311, j'ai observé (*La Montagne Pelée et ses éruptions*. 1904. 635) la formation de nombreux cristaux prismatiques de zincite d'un jaune d'or ; ils se sont formés surtout dans des scories, très riches en fayalite, contenant de la mélilite. Ils forment des agrégats, souvent entourés de cristaux de spinelle et de willémite.

3° *Dans les produits d'usine.*

De beaux cristaux de zincite, généralement colorés en jaune d'or ou en jaune verdâtre, se forment dans les usines métallurgiques, non seulement dans celles qui traitent des minerais de zinc, mais encore dans des hauts-fourneaux où l'on utilise des minerais de fer, ne contenant que des traces de blende, échappant à l'examen direct.

Ces cristaux se produisent soit dans les fentes des soles des fourneaux, soit dans la partie supérieure des appareils, où ils viennent se sublimer.

CORINDON (T. II, p. 237).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Les roches à *diaspore*, *andalousite*, *svanbergite*, etc., des filons de pyrite de Chizeuil renferment du corindon, qui souvent n'est qu'accessoire, mais peut parfois devenir prédominant, constituant alors des masses blanches, cristal-

lines, extrêmement dures et tenaces. Il y forme des tables aplaties suivant a^1 (0001), renfermant des inclusions de rutile, pressées les unes contre les autres ou réunies par de grandes plages d'andalousite incolore ou de diaspore.

HÉMATITE (T. III, p. 247).

Dans les produits des houillères embrasées.

Plateau Central. — *Aveyron*. Je dois à M. de Brun la connaissance d'hématite en lamelles hexagonales basées, ternes, provenant des houillères embrasées de Decazeville.

CUPRITE (T. III, p. 304).

Congo. — Quelques cristaux, a^1 b^1, de cuprite ont été trouvés à Mindouli. Plus souvent ce minéral y forme de belles masses translucides, d'un rouge cochenille, à cassure conchoïde, ou des veinules dans le calcaire. Elle est associée au cuivre natif, à la malachite, à la planchéite et à l'argent natif et provient de la transformation de la chalcosite. M. de Romeu a rapporté récemment un échantillon dans lequel la cuprite est enveloppée de cristaux de dioptase.

OPALE (T. III, pp. 316 et 810).

Plateau Central. — *Puy-de-Dôme*. MM. Barbier et Gonnard n'ont pas trouvé de fluor dans l'opale (fiorite) des environs de Royat (*B.S.M.* XXXII. 85. 1909).

Je dois à M. E. Percepied une branche de dicotylédonée, trouvée dans les fouilles faites en 1891 pour l'édification de l'aile sud de l'établissement thermal du Mont-Dore : elle était enfouie à une profondeur de 3 mètres dans des alluvions parcourues par les sources thermales (+ 35° à 38° C.); celles-ci, surtout minéralisées par de l'anhydride carbonique et du chlorure de sodium, renferment une quantité notable de silice. La structure anatomique de ce bois est conservée, mais les tissus sont entièrement transformés en opale (SiO^2 89; H^2O 10; Al^2O^3, Fe^2O^3 1 °/₀, d'après une analyse de M. Stoyanoff). Cette observation est intéressante en ce qu'elle donne des indications sur le mécanisme

de la silicification des bois fossiles se trouvant si souvent dans les tufs volcaniques et en particulier dans ceux d'Auvergne.

M. K. Schmidt vient de donner une étude (*A. M.* XVII. 370. 1910) sur quelques gisements de tripoli (*randannite*) d'Auvergne ; elle renferme plusieurs analyses [91,61 de SiO^2 (Auxillac) à 57,15 (Joursac)].

Antilles. — *Martinique et Guadeloupe*. J'ai rencontré de l'opale pulvérulente et de l'opale concrétionnée, de formation actuelle, dans l'andésite récente de la Montagne Pelée et dans les labradorites de la Soufrière de la Guadeloupe attaquées par les fumerolles sulfhydriques. Ce minéral se forme en abondance à l'orifice de toutes ces fumerolles ; les roches d'où elles sortent deviennent blanches et peu à peu tous leurs éléments autres que la silice disparaissent.

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Garde m'a remis un joli échantillon d'opale de feu, qu'il a recueilli dans les fentes du granite de Niamey.

DIASPORE (T. III, p. 240).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. J'ai parlé à plusieurs reprises, dans ce volume, d'une curieuse roche trouvée accidentellement dans le filon de pyrite de Chizeuil en Chalmoux ; elle est essentiellement constituée par de la pyrophyllite, de la kaolinite, du corindon, de l'andalousite, de la pyrite et renferme de la svanbergite et du diaspore ; ce dernier minéral constitue des cristaux lamellaires ne dépassant guère 4 mm.; ils sont aplatis suivant g^1 (010), incolores ou légèrement rosés. Leur éclat vitreux est extrêmement vif, les plus gros sont enveloppés dans la kaolinite, ils ont été souvent ployés par des actions dynamiques. Leurs propriétés optiques ne permettent de les confondre avec aucun autre minéral.

CARBONATES

CALCITE (T. III, p. 457).

Congo. — M. de Romeu m'a rapporté récemment de Mindouli des géodes de calcite provenant des calcaires noirs : elles sont tapissées de petits cristaux d^2 (dominant), terminés par p b^1 et des scanéloèdres b^x très striés. Ces cristaux en supportent de beaucoup plus gros, toujours maclés suivant a^1, dans lesquels d^2 est réduit, alors que les formes observées dans le pointement des petits cristaux prédominent.

SMITHSONITE ET AURICHALCITE (T. III, pp. 628 et 739).

Alpes. — *Hautes-Alpes*. Je dois à M. Thénaud des échantillons de smithsonite concrétionnée, associée à de l'*aurichalcite*, dans les affleurements de filons traversant les schistes secondaires de Bréziers.

Algérie. — Des renseignements précis sur les gisements calaminaires ont été donnés par M. Dussert dans un mémoire récent consacré aux gîtes métallifères de l'Algérie (*A. M.* XVII. 24. 1910).

Tunisie. — Je dois à M. Varela un échantillon de smithsonite provenant de Djebba ; il se présente avec un aspect peu habituel, qui rappelle la dolomite, il consiste en une masse spathique blanche, renfermant des cavités, que tapissent des rhomboèdres p de 3 à 4 mm., parfois recouverts de petits cristaux de calamine.

MALACHITE (T. III, p. 742).

Congo. — De nouveaux échantillons de dioptase de Mindouli, que j'ai étudiés récemment, se rapportent à la forme représentée par la figure II, p. 748, avec en outre la macle suivant h^1, que je n'avais pas encore observée dans ce type.

THERMONATRITE (T. III, p. 782).

Propriétés optiques. Dans la description des propriétés optiques de ce minéral, le signe de la bissectrice a été omis ; cette bissectrice est *négative*.

PHOSGÉNITE (T. II, p. 779).

Tunisie. — J'ai trouvé des cristaux de phosgénite de 2 mm. dans une cavité d'un clou de cuivre, retiré des fouilles sous-marines de Mahdia (voir à *cotunnite*). Ils sont aplatis suivant p, et présentent les formes m, h^2, h^1, avec quelquefois $b^{1/2}$; ils sont transparents et groupés en grand nombre à axes parallèles.

SULFATES, FERRATES

BARYTINE (T. IV, p. 47).

Plateau Central. — *Rhône*. Des filons de barytine laminaire se trouvent près des acqueducs romains, à la croisée de la nouvelle et de la vieille route de Beaunan à Chaponost, où ils renferment çà et là des mouches de galène.

Afrique Occidentale. — *Sénégal*. M. Hubert a trouvé à Dinguira près Kayes des filons de barytine laminaire au milieu d'un calcaire.

Madagascar. — La barytine laminaire abonde aux affleurements des filons quartzeux aurifères de la région de l'Andavakoera et constitue peut-être une venue distincte : elle est rarement aurifère. J'ai vu chez MM. Mortages et Grignon un échantillon imprégné d'argent natif. On la rencontre aussi dans des filons en dehors de la zone aurifère.

EPSOMITE (T. IV, p. 212).

Périgord. — *Dordogne*. Je dois à M. Besnard du Temple un échantillon d'epsomite en fibres soyeuses, formées dans les fentes des sédiments secondaires de Saint-Jean-de-Cole par le mécanisme décrit plus haut.

MAGNÉTITE (T. IV, p. 315).

Afrique Occidentale. — *Dahomey*. M. Hubert à trouvé (*op. cit.* p. 473) des amas (ségrégations) de magnétite titanifère compacte ou grenue dans le gabbro de Mardaga ; ce gisement a peut-être un intérêt économique.

PHOSPHATES

ÉVANSITE (T. IV, p. 531).

Plateau Central. — *Saône-et-Loire.* Je viens d'observer des croûtes mamelonnées blanches d'évansite, translucide par places, dans les cavités de la pyrite des filons de Chizeuil.

APATITE (T. IV, p. 378).

Bretagne. — *Morbihan.* M. Bézier m'a communiqué une masse cristalline d'apatite d'un bleu de lin, creusée de géodes, avec petits cristaux nets : elle provient de veines de quartz de pegmatites traversant les micaschistes de Mahabra près Questembert.

Plateau Central. — *Corrèze.* Les pegmatites de Lubersac fournissant les grandes lames de muscovite, décrites dans ce volume, page 735, contiennent de gros cristaux verts fendillés d'apatite, parfois englobés dans le mica.

DAHLLITE ET COLOPHANITE (T. IV, pp. 555 et 561).

Aux mémoires cités plus haut au sujet de l'origine des phosphorites, il y a lieu d'ajouter Nègre (*B. S. G.* VIII. 490. 1908) et Gaillard (*Ann. univ. Lyon*, n° 23, 1908) et pour celle des phosphates sédimentaires, Pervinquière (*Étude géol. Tunisie centr.* 1903).

Afrique Occidentale. — L'existence de phosphates sédimentaires dans le crétacé du bas Sénégal, entre Dakar et Joal, a été signalée par M. Stanislas Meunier (*Bull. Muséum*, 1898. 111) d'après des échantillons de sondage recueillis par M. Dollot.

Je dois à M. A. Chevalier des échantillons de colophanite à aspect de silex blond translucide, recueillis par lui sur la plage de Rufisque et qui doivent sans doute être rapportés à ce niveau. Ils sont constitués par des fibres de dahllite.

Tonkin. — M. Dupouy a cité une phosphorite au Nord de Vietry. Tout récemment, il a été découvert dans la région de Lang-Son des poches à phosphorites, creusées dans des calcaires paléozoïques. Les minéraux que j'ai étudiés sont constitués par des masses concrétionnées, feuilletées ou compactes, blanches ou brunes, de colophanite et par des rognons à longues fibres blanches soyeuses (3 cm.) de dahllite.

Dans la région de Thaï-Nguyen, la colophanite concrétionnée mélangée à de la limonite scoriacée se trouve dans les cavités de calcaires métamorphiques.

Annam. — J'ai examiné aussi des phosphates concrétionnés d'un blanc jaunâtre, formés par de la colophanite impure, à aspect terne, qui a été trouvée dans les mêmes conditions à Thanh-Hoa.

COMPOSÉS ORGANIQUES

ASPHALTES — PISSASPHALTES — PÉTROLES (T. IV, p. 621).

Madagascar. — Je dois au lieutenant Bührer des échantillons recueillis au cours d'un itinéraire allant de Morondava (par la côte nord-ouest) à Bororoha par le Mangoky : cette région est sédimentaire. De Berafia, vient un asphalte compact très pur; des sources d'Antranotakatra, du pissaphalte très poisseux et enfin d'Ambatofiha, sur le Ranobé, des grès imprégnés de pissasphalte. La collection du Muséum possédait déjà un échantillon provenant de la haute-vallée du Ranobé (Lakopanja).

Des sondages sont faits actuellement plus au nord, dans les schistes liasiques du voisinage de la Tsiribihina, pour la recherche du pétrole.

RÉSINES FOSSILES (T. IV, p. 639).

Normandie. — *Seine-Inférieure*. Varambaux a signalé des morceaux de résine fossile dans des argiles (sparnaciennes) de la vallée de la Bresle.

APPENDICE AUX SILICATES

ANDALOUSITE

T. I, p. 25.

Plateau Central. — *Saône-et-Loire*. Dans la description que j'ai donnée plus haut, p. 594, de la roche à diaspore, svanbergite, etc., de Chizeuil, j'ai désigné sous le nom de *chizeuilite*, en renvoyant à ce supplément, un minéral, que je croyais alors nouveau et qui n'est en réalité qu'une variété, à aspect spécial, d'andalousite. Ce nom doit donc être abandonné.

Ce minéral forme des prismes incolores ou d'un blanc laiteux de quelques millimètres, englobant souvent pœcilitiquement une quantité considérable de cristaux de corindon, avec parfois diaspore, svanbergite, etc.; il constitue aussi à lui seul des masses de la grosseur du poing, dans lesquelles il n'est associé qu'à de la pyrite, à de la covellite et à du rutile (au moins en partie microscopique). Malheureusement, tous les échantillons de ce type, que j'ai examinés, sont imprégnés de *kaolinite* secondaire et ont un aspect mat. Il existe des pseudomorphoses complètes de ce minéral en kaolinite.

Les propriétés optiques sont celles de l'andalousite, mais les clivages sont souvent absents. Je suis arrivé à purifier incomplètement une petite quantité de matière, qui a fourni à M. Pisani les résultats suivants :

SiO^2	32.45
Al^2O^3	64.20
H^2O	2.27
Rutile	0.80
	99.72

Ces nombres sont un peu différents de ceux de l'andalousite, mais le minéral étudié n'a pu être complètement séparé d'une petite quantité de kaolinite. C'est donc une andalousite absolument incolore.

Dans le même gisement, on a trouvé une autre roche curieuse, cons-

tituée par une petite quantité d'oligoclase-albite, en voie de transformation de kaolinite et par des prismes d'andalousite de quelques millimètres de longueur, entièrement transformés en muscovite. Ces deux minéraux sont entourés par de la *blende* noire qui les enveloppe ophitiquement.

CROSSITE, TSCHERNICHÉWITE ET *ÆGYRINE*.

Alpes. — *Hautes-Alpes.* Je viens d'étudier un échantillon de la roche à riebeckite du pic Traversier, que je dois à l'obligeance de M. Termier (voir plus haut, p. 798). Son amphibole est à rapprocher de l'*osannite* et paraît en particulier identique à la *tschernichéwite* de MM. Duparc et Pearce (*C. R.* CXLIV. 763. 1907). Le plan des axes optiques est perpendiculaire à g^1 (sa trace est parallèle à celle de h^1 dans les sections transversales). $\mathbf{n}_p$ fait un petit angle avec c, dans l'angle aigu ph^1. 2V est voisin de 90° et la bissectrice aiguë semble *positive*, avec une très forte dispersion.

Le pléochroïsme est intense :

$\mathbf{n}_g$ = violet foncé
$\mathbf{n}_m$ = vert jaune très pâle
$\mathbf{n}_p$ = vert bleu foncé.

Il faut noter comme particulièrement intéressant que le minéral vert foncé, dont les aiguilles sont moulées par celles de l'amphibole, est de l'*ægyrine*. L'association de ces deux minéraux sodiques dans un accident des schistes lustrés est à comparer à celle que j'ai signalée dans les calcschistes de l'île de Polycandros dans l'Archipel grec (*C. R.* CXXIV. 628. 1897), où l'ægyrine est associée à des glaucophanes, dont quelques-unes sont à rapporter à la *crossite*.

Corse. — L'amphibole bleue, de Venzolasca, que j'ai signalée tome II, page 699, comme riebeckite, est une *crossite* typique.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

A

B

C

D

E

F

I

J

K

L

M

*

T

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

ERRATA

—

TOME I

Page 547 ligne 13 *au lieu de* *chimiques,* *lire :* *optiques.*

— 555 — 6 — $n_p = 1{,}642$ — $n_p = 1{,}692$.

— 574 — 4 (en remontant) 2,712 — 1,712.

TOME II

Page 29 ligne 10 *au lieu de* péricline, *lire* Four-la-Brouque.

— 32 — 18 — microcline, — orthose.

— 67 sous figure 2, *mettre* plan des axes optiques parallèle à g^1.

— 69 — fig. 3, *supprimer* plan des axes optiques parallèle à g^1.

— 77 ligne 14 *au lieu de* île de Batz, *lire* bourg de Batz.

— 79 — 12 — port de Grillaud, — parc de Grillaud.

— 364 — 14 (en remontant) 139°26′30″, — 139°6′30″

— 15 — 145°22′, — 153°30″

— 465 dans le titre, *au lieu de* discrasite, *lire* dyscrasite.

— 660 — 18 — Fe^3S^4, — Fe^3As^4.

— 679 6 (en remontant) *au lieu de* homicklin, *lire* homichlin.

— 795 2 et 796 ligne 11 *au lieu de* MgF, *lire* MgF^2.

TOME III

Page 27 ligne 15 *supprimer* $d^{1/37}\, d^{1/5}\, b^{/10}$.

— 116 — 20 *au lieu de* $(30\overline{3}6)$, *lire* $(10\bar{1}2)$

— 169 — 13 — (322), — (323)

— 171 — 8 — e_2 (132), — e_3 (121)

— 173 — 10 (en remontant) v (322), — v (323)

— 248 — 7 — $e_{39/12}(17.24.\overline{51}.39)$, — $e_{13/4}$ $(9.8.\overline{17}.13.$

— 8 (en remontant) $e_{39/12}(39.12.\overline{12})$, — $e_{13/4}$ $(13.4.\overline{4})$

— 342 — 2 (en remontant) 1837, — 1847.

— 356 — 17 — Greisswiller, — Gresswiller.

— 398 — 9 — Baglosse... Ponteaux, — Buglose... Ponteux

— 417 — 10 (en remontant) *ajouter* $a^2(10\bar{1}4)$ (211).

— 476 — 5 (en remontant) *au lieu de* Zabern, *lire* Saverne (Zabern).

— 477 — 7 — Maursmunster, *lire* Marmoutier (Maurmunster).

— 481 — 9 (en remontant) — Hayingen, *lire* Hayange (Hayingen).

— — 9 (en remontant) — Gross-Hettingen, *lire* Hettange-Grande (Gross-Hettingen).

Page 492 ligne 28 *au lieu de* Darcilly, *lire* Bacilly.
— 493 — 13 — **Vosges** — **Jura**.
— — 14 — Pfirt — Ferrette (Pfirt).
— 17 *avant Belfort, ajouter* **Vosges**.
— 499 — 9 (en remontant) *au lieu de* [*Alsace*] *lire* [Suisse].
— 501 — 12 *supprimer au bout de la ligne*, p et b^1.
— 549 — 12 (en remontant) *au lieu de* p, *lire* a^1.
— 555 — 9 *lire* $i\,i$ s. $e^{4/3} = 167°55'$ obs., $167°59'$ calc., s. $e^x >$ 81° 17 obs.], et *ajouter* : « les faces b^1 alternent avec des faces p ternes, simulant ainsi un scalénoèdre sur les arêtes de $e^{1/3}$.
— 556 — 16 *supprimer depuis* « autres combinaisons », *jusqu'à la fin de l'alinéa* (ligne 24 inclusivement).
— 557 fig. 217 *intervertir* les symboles β et $d^{5/4}$.
— — 20 *au lieu de* $(19.0.\overline{17}.1)$, *lire* $(17.0.\overline{17}.1.)$.
— 613 — 7 — debout, *lire* à plat.
— 657 — 7 *ajouter au début* Mine de Saint-Sylvestre (Urbeis).
— 689 — 7 (en remontant) *au lieu de* Musbach, *lire* Musloch.
— 729 à 735 la signature est CTYPÉITE *et non* CÉRUSITE.
— 745 ligne 7 *au lieu de* Rhin, *lire* Rhône.
— 749 — 19 — Serven, *lire* Sewen.
— 768 fig. 47 — type VII, *lire* type VI.
— fig. 48 — type VIII, — VII.
— 755 ligne 14 — $< \mathbf{n}$, — $> \mathbf{n}_g$.
— 775 — 17 (en remontant) : dans la formule, *supprimer* [OH].
— 798 — 5 *au lieu de* 2 à 7, *lire* 2 à 8.
— 806 dernière ligne — nonoréfringent, — monoréfringent.

TOME IV

Page 3 ligne 2 (en remontant) *au lieu de* poliganite, *lire* polianite.
— 7 — 2 — — (Mn,Ba^2), — $(Mn,Ba)^2$
— 6 — 13 (en remontant) — *Dureté*, — *Dureté*. 5,5.
— 9 explication de la fig. 2, *au lieu de* Structure vernissée, *lire* surface vernissée.
— 29 — 11 — $a : b\ c$, — $a : b : c$.
Borwald, — Bärwald.
9 (en remontant) — 102°2′, — 51°1′
— 34 dans le tableau — $p\,b^{3/4}$, — $pb^{3/2}$
— 42 fig. 4 intervertir les symboles $e^{3/2}$ et e^1.
— 46 — 16 *au lieu de* $CaSO^4$, *lire* $CuSO^4$.
— 47 — 8 (en remontant) *au lieu de* malasses minaires, *lire* masses laminaires.

Page 52 — 5 (en remontant) *au lieu de* montre, *lire* montrent.
— 71 — 4 (en remontant) — $b^{5/2}$(1.1.10), — $b^{5/2}$ (115).
— 89 — 16 — d'Argentat, — de Corrèze.
— 105 tableau — h^1 ψ (mes. 149°5′, — 109°5′
— 114 2 (en remontant) — φ (133) — ψ (133).
— 151 23 *supprimer le mot* aigus.
— 164 ligne 8 (en remontant) *au lieu de* $a^{1/2}$ (201) *lire* $a^{1/2}$ ($\bar{2}$01).
— 168 — 16 *au lieu de* suivant, *lire* suivant $\mathbf{n}_g$.
— 212 Dans la formule de la morénosite, *au lieu de* 7 + H^2O, *lire* + 7 H^2O.
— 222 3 *au lieu de* orthorhombique, *lire* monoclinique.
4 — 1444,70; 936,60 et de 1107,50, *lire* 1150,50; 645.65 et 763,65.
— 223 et 225 intervertir les numéros des figures.
— 223 sur l'épure, *au lieu de* 2 V = 86°13′, *lire* 88°48′.
— 227 *au lieu de* 978,42, 652,28, 758,11, *lire* 989,60; 659,80; 766,80.
— 232 dans la formule *au lieu de* 7 H^2O, — 5 H^2O.
— 239 dans la formule — Fe^4, — Fe^2.
— 332 *au lieu de* 990,09 ; 646,05 ; 763,30, *lire* 1432,50; 934,59; et 1104,20.
— 238 — 1001,291, *lire* 1156,20.
— 286 ligne 16, *au lieu de* niolique, *lire* niobique.
— 298 — *Dureté* 3,5, *lire Dureté* 9, *Densité* 3, 5.
— 300 — 7 (en remontant) *au lieu de* Andrahomena, *lire* Andrahomanana.
— 359 — 3 — — fig. 4 — fig. 7.
— 363 — 4 — — anglarite — angelardite.
— 426 dernière ligne, *ajouter* h^3 (210).
— 430 ligne 10 *au lieu de* fig. 4, *lire* fig. 2.
— 481 — 8 — [Al(OH^3)], *lire* [Al (OH)^3].
— 691 explication de la fig. 2 *au lieu de* Batafo, *lire* Betafo.
— 711 ligne 6 (en remontant) — Ossun, — Ossen.
— 817 — 2 — — noir — vert.
— 832 — 8 — — interprétation, *lire* interpénétration.

COLUMBITE

Madagascar. — M. Ratel, qui a recueilli le cristal de columbite figuré plus haut, page 618, vient de me fournir des précisions sur son gisement ; il l'a trouvé avec béryl rose, aigue-marine et grenat dans une pegmatite altérée à 10 km. est-sud-est de Mandrarivo.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS





